

Aus dem Institut für Vergleichende Tropenmedizin
und Parasitologie der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. R. Gothe

Arbeit angefertigt unter Leitung von Prof. Dr. H.K. Dennig

UNTERSUCHUNGEN ZUR ÜBERTRAGUNG VON TRYPANOSOMA EVANSI
(STEEL, 1885) DURCH EINHEIMISCHE BREMSEN (DIPTERA,
TABANIDAE) UND SÜDAMERIKANISCHE RAUBWANZEN
(HEMIPTERA, REDUVIIDAE)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Petra Manz
aus
Heidenheim

München 1985

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. H.K. Dennig

Korreferent: Prof. Dr. D.O. Schmid

Tag der Promotion: 28. Februar 1986

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I	Einleitung	1
II	Literaturübersicht	
	1. Synonyme, Verbreitungsgebiet und Wirtsspektrum von <i>Trypanosoma evansi</i>	3
	2. Übertragung von <i>Trypanosoma evansi</i> durch Tabaniden, Stomoxiden, Zecken, Vampire, Moskitos und Musciden sowie alimentäre Übertragung	6
	3. Überlebenszeit von <i>Trypanosoma evansi</i> in Tabaniden, Stomoxiden, Moskitos, Zecken und Raubwanzen sowie transovariable und transstadiale Übertragung	21
	4. In Deutschland heimische Tabaniden als Überträger von Trypanosomen und taxonomische Zuordnung der Tabaniden	24
	5. Fang von Tabaniden	25
	6. Haltung, Fütterung und Zucht von Tabaniden sowie Durchführung von Übertragungsversuchen	33
	7. Bedeutung von Reduviiden als Überträger und Zwischenwirte von <i>Trypanosoma cruzi</i> , <i>Trypanosoma rangeli</i> und <i>Trypanosoma conorhini</i>	36
	8. Biologie der Reduviiden	46
	9. Haltung, Fütterung und Zucht von Reduviiden sowie Durchführung von Übertragungsversuchen	48
III	Eigene Untersuchungen	54
	A. Material und Methoden	54
	B. Ergebnisse	61
	1. Untersuchungen mit Bremsen	61
	2. Untersuchungen mit Raubwanzen	73
IV	Besprechung der Ergebnisse	89
	1. Bremsen (Tabanidae)	89
	2. Raubwanzen (Reduviidae)	96
V	Zusammenfassung	101
	Summary	102
VI	Literaturverzeichnis	103
	Lebenslauf	

I. EINLEITUNG

Trypanosoma evansi, der Erreger der Surra, kommt in einem Verbreitungsgürtel von Nordafrika über Asien bis nach Mittel- und Südamerika vor. Die Krankheit ist besonders bei Pferden, Kamelen, Rindern und Wasserbüffeln von wirtschaftlicher Bedeutung. Beim Menschen wurde die Parasitose bislang nicht festgestellt.

Die Übertragung von *Trypanosoma evansi* erfolgt durch blutsaugende Dipteren, die nach plötzlicher Unterbrechung des Saugaktes an einem infizierten Wirt im Laufe der Blutmahlzeit an anderen empfänglichen Tieren diese mit den in den Stechwerkzeugen verbliebenen trypanosomenhaltigen Blutresten infizieren. Dabei handelt es sich um eine mechanische oder azyklische Übertragung, bei der die beteiligten Insekten ausschließlich eine Transportfunktion übernehmen. Im Gegensatz zur zyklischen Übertragung findet eine Entwicklung im Vektor nicht statt.

In den Surra-endemischen Gebieten sind vor allem Tabaniden- und Stomoxysarten als Vektoren bekannt. In Mittel- und Südamerika werden die Trypanosomen außerdem durch Vampire verbreitet.

Eine Übertragung von *Trypanosoma evansi* durch mitteleuropäische Tabanidenarten oder durch Raubwanzen, die als Überträger von *Trypanosoma cruzi*, dem Erreger der in Süd- und Mittelamerika endemischen Chagas-Krankheit des Menschen eine wesentliche Rolle spielen, ist bislang nicht bekannt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollten vorrangig zwei Fragestellungen untersucht werden:

1. Möglichkeiten einer mechanischen Übertragung von *Trypanosoma evansi* durch einheimische Tabaniden und süd-amerikanische Raubwanzen;
2. Untersuchungen zur Überlebensdauer von *Trypanosoma evansi* im Darmtrakt von Tabaniden und Triatomen.

Darüber hinaus bestand die Aufgabe, eine umfassende Zusammenstellung der vorliegenden Literatur über die Vektoren der Trypanosoma evansi-Infektion, insbesondere den Fang und die Haltung von Tabaniden, sowie über die Bedeutung von Reduviiden als Überträger von Trypanosomen und ihre Zucht, Haltung und Fütterung zu verfertigen.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Synonyme, Verbreitungsgebiet und Wirtsspektrum von Trypanosoma evansi

Die durch Trypanosoma (T.) evansi (STEEL, 1885) verursachte Krankheit erhielt in der Vergangenheit eine Vielzahl unterschiedlicher Namen wie "mbori", "salaf", "debab", "guifar" oder "diufar", "murrina", "mal de caderas" und "derrenguadera" (HOARE, 1972; LEVINE, 1973). Heute wird sie allgemein als Surra bezeichnet.

HOARE (1972) unterscheidet neben T. evansi-Stämmen verschiedener Wirtsspezifität (Xenodeme) und Pathogenität (Clinodeme) serologisch voneinander abzugrenzende Varianten (Serodeme), die, abhängig von geographischem Auftreten und regionalem Hauptwirt, eigene Namen erhielten: T. evansi var. mborii (Kamele, West-Afrika), T. soudanense var. berberum (Kamele, Nordafrika), T. marocanum (Pferde, Nordafrika), T. marocanum var. cameli (Kamele, Marokko), T. aegyptum (Kamele, Ägypten), T. ninae kohl-yakimov (Kamele, Turkestan), T. anamense (Pferde, Korea). Andere Synonyme entstanden auf der Basis des geographischen Vorkommens, von Wirtsspezifitäten oder morphologischen Unterschieden: T. cameli (Kamele, Somalia), T. evansi var. suauru (Kamele, UdSSR), T. kirdanii (Tiger, Sumatra), T. evansi var. rayi (Büffel, Indien).

Nach HOARE (1972) und LEVINE (1973) unterscheiden sich T. equinum, T. hippicum und T. venezuelense, die aus Pferden Süd- und Mittelamerikas isoliert wurden, durch das gelegentliche bzw. vollkommene Fehlen (T. equinum) des Kinetoplasten.

Das Verbreitungsgebiet von T. evansi reicht in der Alten Welt von 15 Grad westlicher bis 125 Grad östlicher Länge. In Afrika tritt die Krankheit entlang der Mittelmeer- und Atlantikküste in Marokko, Algerien, Libyen, Tunesien und Ägypten auf, ebenso im Senegal, in Mali und im Tschad. Das endemische Gebiet erstreckt sich bis zum 13. Grad Nord in Nigeria, der Nordgrenze

des sog. "Tsetse-Gürtels", im Osten bis 13 Grad Nord im Sudan und bis zum Äquator in Nord-Kenia und Somalia. Sporadische Krankheitsausbrüche werden aus Israel, dem Libanon, Syrien, der Nordhälfte der arabischen Halbinsel, Kleinasien, dem Irak und Iran berichtet. Der nördlichste Punkt des europäischen Verbreitungsgebietes liegt nahe Kuibyshev an der Wolga (53 Grad Nord), der südlichste im Kaukasus bei 44 Grad Nord. In der UdSSR ist die "su-auru" genannte Krankheit von Mittelasien (Turkestan) bis zur Wolga bekannt. Weiterhin kommt die Infektion in Indien, Burma, Malaysia, Korea, Teilen Süd-Chinas, Indonesien, auf den Philippinen und verschiedenen Inseln des Indischen Ozeans vor. Hier liegt die südlichste Grenze des Verbreitungsgebietes bei 20 Grad Süd.

In die Neue Welt gelangte *T. evansi* wahrscheinlich im 16. Jahrhundert durch infizierte Pferde der spanischen Eroberer. Heute tritt die Krankheit im größten Teil Lateinamerikas auf (HOARE, 1972).

Das Wirtsspektrum umfaßt nach HOARE (1972) und LEVINE (1973) Cameliden, Equiden und Caniden als hauptsächlichste Wirte, daneben Boviden und indische Elefanten, in Einzelfällen wurde *T. evansi* aus wildlebenden Säugern wie Tigern (Sumatra, Indien), Wölfen, Hamstern (Kasachstan), Füchsen (Asien), Tapiren (Indonesien), einem Orang-Utan (Sumatra) und Vampiren (Süd- und Mittelamerika) isoliert. Sowohl Feliden (CHOUDHURI und MISRA, 1972; SCHEIDLE, 1982) als auch Labortiere erwiesen sich als sehr empfänglich für die experimentelle Infektion, die bei Kaninchen (MANUEL, 1971; DENNIG, 1977; SCHEIDLE, 1982), Meer-schweinchen (YUTUC und SHER, 1949; BHATTACHARYYA und SINHA, 1974; SCHEIDLE, 1982), Hamstern (EINWALD, 1976; SCHEIDLE, 1982), Ratten (KRIJGSMANN, 1933; ASSOKU, 1975; SCHEIDLE, 1982) und Mäusen (KRIJGSMANN, 1933; RAETHER, 1971; SCHEIDLE, 1982) beschrieben wurde.

Innerhalb der Gruppe der Salivaria wird *T. evansi* zusammen mit *T. brucei* und *T. equiperdum* dem Subgenus Trypanozoon zugeordnet. *T. evansi* und *T. brucei* sind morphologisch nicht voneinander zu unterscheiden. Die Mehrzahl der Blutformen der monomorphen *T. evansi* wird durch schlanke trypomastigote Flagellaten mit langer freier Geißel, einem langen schmalen Hinterende mit teilweise abgerundeter Spitze sowie subterminal gelegenen Kinetoplast repräsentiert. Daneben sind sog. "transitionelle" Übergangsformen und "intermediäre Formen" mit kürzer ausgebildeter freier Geißel, zugespitztem Hinterende und terminal gelegenen Kinetoplasten beschrieben. Die Länge variiert zwischen 15 und 34 μm bei einem durchschnittlichen Wert von 24 μm . In Übereinstimmung mit anderen Spezies der Gattung Trypanozoon (*T. brucei*, *T. equiperdum*) ist der Kinetoplast relativ klein, ca. 0,6 μm lang. Es besteht eine deutliche Tendenz zur Bildung dyskinetoplastischer Stämme, die bei *T. evansi* am stärksten ausgeprägt ist. Nur in Ausnahmefällen ist ein sporadisch auftretender, geringgradiger Pleomorphismus nachzuweisen (HOARE, 1956, 1972).

Experimentell wird ein Fehlen des Kinetoplasten durch wiederholte Passagen in Labortieren (HOARE, 1950, 1972), Tiefkühlung (OVERDULVE et al., 1970) und Behandlung mit Chemotherapeutika (RAY und MALHOTRA, 1960; KILLICK-KENDRICK, 1964) induziert.

Die Übertragung von *T. evansi* erfolgt mechanisch durch Tabaniden, Stomoxiden, Moskitos, Musciden und Vampire, bei Carnivoren gelegentlich alimentär über infiziertes Fleisch (DE JESUS, 1951, 1962; HOARE, 1972). Nach CLARK et al. (1933) sowie DE JESUS (1951) wird die Infektion auch direkt von Tier zu Tier über frische Hautwunden übertragen.

2. Übertragung von Trypanosoma evansi durch Tabaniden, Stomoxiden, Zecken, Vampire, Moskitos und Musciden sowie alimentäre Übertragung

a) Übertragung durch Tabaniden

EVANS vermutete schon 1881, Tabaniden könnten in Indien an der Verbreitung der Surra beteiligt sein, obwohl der wissenschaftliche Beweis der Hypothese nicht erstellt werden konnte. Erst 20 Jahre später wies ROGERS (1901) in Indien die mechanische Übertragung von *T. evansi* durch Tabaniden einer nicht näher bestimmten Art nach. Die Übertragung der Parasiten von infizierten Hunden auf Kaninchen und Hunde gelang nach Unterbrechung des Saugaktes am infizierten Wirt durch unmittelbar darauf folgende Blutaufnahme an Kaninchen und Hunden. Nach Intervallzeiten von 1-4 Tagen war keine Übertragung mehr möglich.

Im Verlauf ihrer Untersuchungen über die Trypanosomiasis der Dromedare in Nord-Afrika führten SERGENT und SERGENT (1905) Versuche zur Übertragung von *T. evansi* von Ratten und Mäusen auf Ratten und Mäuse mit Bremsen der Spezies *Atylotus* (*A.*) *tomentosus* und *A. nemoralis* durch. Sie gelang mit beiden Arten bei Intervallzeiten bis zu 22 Stunden. Die Präpatenzzeit der infizierten Versuchstiere verlängerte sich bei zunehmenden Intervallzeiten von 5 auf 31 Tage.

MITZMAIN (1913b) untersuchte auf den Philippinen ausführlich die mechanische Übertragung von *T. evansi* durch *Tabanus* (*Tab.*) *striatus*. Er verwendete dabei aus Eiern und Larven gezüchtete Tabaniden und in geringem Umfang auch Wildfänge adulter Bremsen. Nach Saugzeiten von 40-90 Sekunden an infizierten Meerschweinchen und Pferden wurden die Fliegen bei Intervallzeiten von 5 Sekunden bis 3 Minuten an trypanosomenfreie Meerschweinchen, Pferde und Affen angesetzt. Die Übertragung gelang in 3 von 16 Versuchen von Meerschweinchen auf Affen sowie von Pferd auf Pferd.

Die perkutane Übertragung durch Labellen und Pulvilli von *Tab. striatus* untersuchte MITZMAIN (1913b) mit Meerschweinchen als Trypanosomenspender und -empfänger. Die Bremsen nahmen maximal 1 Minute lang Blut an Hautwunden infizierter Meerschweinchen auf und wurden bei kurzem Intervall an Hautwunden der parasitenfreien Labortiere angesetzt. Die Versuche verliefen ohne Erfolg.

In weiteren Untersuchungen verbrachte MITZMAIN (1914) die Tabaniden so oft als möglich von Trypanosomenträger auf Versuchstier, da er annahm, beim einmaligen Einführen des Proboscis in die Haut würden zu wenig Parasiten übertragen, um eine Infektion auszulösen. Die Übertragung gelang von Pferd auf Pferd mit einem Intervall von maximal 20 Sekunden, wobei innerhalb von 35 Minuten jedes Tier 26mal gestochen wurde sowie von Affe auf Affe mit einer Intervallzeit von 15 Minuten und 3maligem Stich pro Tier. Bei Intervallen von 3 Minuten bis 4 Stunden war sie auf Pferde und Affen bis maximal 15 Minuten nach Aufnahme infizierten Blutes möglich. Dabei verliefen bei Intervallzeiten von 1-26 Tagen alle Versuche negativ. In einem weiteren Versuch gelang die Übertragung auf 3 Pferde nacheinander nur auf das erste Pferd bei einem Intervall von 30 Sekunden. MITZMAIN (1914) vertrat daher die Auffassung, *Tab. striatus* wäre nicht zur Infektion mehrerer Versuchstiere nacheinander in der Lage.

FLETCHER (1916) führte in Indien die experimentelle Übertragung von *T. evansi* mit *Tab. albimediis* bis 24 Stunden und *Tab. striatus* bis 72 Stunden nach der Blutmahlzeit am Trypanosomenträger durch. Genaue Angaben über verwendete Tierarten wurden in der Arbeit nicht gegeben.

Ebenfalls in Indien untersuchte CROSS (1923) mit *Tab. albimediis* die Trypanosomenübertragung von infizierten Kamelen und Hunden auf Hunde, Ratten und Meerschweinchen. Bei unter-

brochenem Saugakt und kurzem Intervall verliefen 10 von 15 Versuchen positiv. Außerdem gelang die Übertragung der Parasiten von latent infizierten Hunden auf 1 Kaninchen und 2 Ratten. Bei längeren Intervallen von 1-4 Tagen war eine Übertragung nicht mehr möglich.

Nach KELSER (1927) gelang die Übertragung von *T. evansi* auf Ratten mit 11 *Tab. striatus*, die auf den Philippinen im Areal eines Surra-Ausbruchs gefangen worden waren. 8 weitere nach Abklingen des Seuchenausbruchs gefangene Tabaniden wurden mehrfach an einem infizierten Meerschweinchen und 3 gesunden Ratten gefüttert. 2 der 3 Ratten erkrankten nach 11 bzw. 12 Tagen. Weitere Übertragungsversuche durch diese Tabaniden bis 8 Tage nach dem Fang schlugen fehl. Die umfassendsten Untersuchungen zur mechanischen Übertragung von *T. evansi* durch Tabaniden führte NIESCHULZ (1930) in Indonesien durch. In 488 Versuchen verwendete er über 15.000 Tabaniden der Gattungen *Tabanus*, *Chrysops* und *Haematopota* mit folgenden Spezies: *Tab. rubidus*, *Tab. striatus*, *Tab. immanis*, *Tab. fumifer*, *Tab. malayensis*, *Tab. ceylonicus*, *Tab. minimus*, *Tab. rufiventris*, *Tab. optatus*, *Tab. albitriangularis*, *Tab. aurisparsus*, *Tab. griseipalpis*, *Tab. flavivittatus*, *Tab. bilateralis*, *Tab. latifascies*, *Tab. vanecki*, *Tab. brunnipes*, *Tab. albivittatus* sowie 2 nicht näher bestimmte *Tabanus*-Spezies; *Chrysops* (*Chr.*) *flaviventris*, *Chr. dispar*, *Chr. fasciata*, *Chr. fixissima*; *Haematopota* (*H.*) *cingulata*, *H. truncata*, *H. irrorata*, *H. pungens*, *H. javana*, *H. ensifer* und eine nicht bestimmte *Haematopota*-Art.

Als Trypanosomenträger dienten hauptsächlich Pferde, daneben Meerschweinchen, Kaninchen und Ratten, in Einzelfällen Büffel und Affen. Die Übertragung erfolgte auf Pferde, Meerschweinchen, Kaninchen, Affen, Hunde, Ratten und Mäuse.

Bei 420 Versuchen mit 14.000 Exemplaren der Gattung *Tabanus* gelang die Übertragung bei einem Intervall von maximal 15 Minuten mit *Tab. rubidus*, *Tab. striatus*, *Tab. immanis*, *Tab. fumifer*, *Tab. malayensis*, *Tab. ceylonicus*, *Tab. minimus*, *Tab. rufiventris*, *Tab. optatus*, *Tab. griseipalpis*, *Tab. albitrangularis*, *Tab. aurisparsus*, *Tab. flavivittatus*, *Tab. bilateralis*, *Tab. latifascies*, *Tab. vanecki*, *Tab. brunnipes*. Bei Intervallzeiten von 1 Stunde waren die Arten *Tab. rubidus*, *Tab. striatus*, *Tab. immanis*, *Tab. fumifer*, *Tab. malayensis* und *Tab. minimus*, von 6 Stunden die Arten *Tab. rubidus* und *Tab. striatus* Übertragungsfähig. 24 Stunden nach Aufnahme infizierten Blutes erwies sich nur noch *Tab. rubidus* als Übertragungsfähig. Eine Übertragung bei Intervallen von 1-84 Tagen war dagegen nicht mehr möglich.

Bei Versuchen, in denen nach der Blutmahlzeit an infizierten Pferden und Meerschweinchen Tabaniden der Spezies *Tab. rubidus*, *Tab. striatus*, *Tab. immanis* und *Tab. minimus* in schneller Folge an anderen Versuchstieren Blut aufnahmen, gelang die Übertragung auf bis zu 4 Meerschweinchen nacheinander. In Übertragungsversuchen von infizierten Pferden auf 3 Meerschweinchen nacheinander wurde bei Intervallzeiten von maximal 15 Sekunden in einem Fall mit *Tab. rubidus* das 1. und 3. Meerschweinchen nicht infiziert, während das zweite erkrankte. In einem anderen Versuch gelang die Übertragung auf das 1. und 3., nicht jedoch auf das 2. Meerschweinchen.

Mit 533 Exemplaren der Gattung *Chrysops* führte der Verfasser 44 Versuche durch. Bei einer Intervallzeit bis zu 1 Minute war die Übertragung mit *Chr. flaviventris*, *Chr. dispar* und *Chr. fasciata*, bei einem Intervall von 30 Minuten mit *Chr. dispar* und *Chr. flaviventris* möglich.

In 11 Versuchen mit 120 Bremsen der Gattung *Haematopota* verliefen bei einem Intervall bis zu 1 Minute 3 Versuche mit *H. cingulata*, *H. truncata* und *H. irrorata* erfolgreich, mit

H. pungens und H. cingulata gelang die Übertragung bei Intervallzeiten von 30 Minuten.

Zur exakten Vergleichbarkeit der Übertragungsfähigkeit der einzelnen Bremsenarten berechnete NIESCHULZ (1930) die "Übertragungskapazität" der verwendeten Tabanidenarten und sah sie als artspezifisches Merkmal. Er versteht darunter den reziproken Quotienten aus der Anzahl der zu Versuchen herangezogenen Exemplare, dividiert durch die Anzahl positiv verlaufener Versuche. Wurden mit einer Gesamtzahl von 580 Tabaniden 47 Versuche durchgeführt, von denen 25 positiv verliefen, errechnet sich daraus eine durchschnittliche Übertragungskapazität von $580:25 = 23:1$ bzw. $1:23$, d.h., daß 1 von 23 Bremsen bzw. 4% der Tabaniden infektiös waren.

Nach Meinung des Verfassers ist das Gelingen einer Übertragung dabei weitgehend von der Dauer des Intervalles, dem Parasitämiegrad des Trypanosomenträgers sowie der Art der Versuchstiere abhängig.

Für Tabanus-Arten errechnete NIESCHULZ (1930) bei Versuchen mit einem Intervall von maximal 15 Minuten eine Übertragungskapazität von $1:4,3$; bei ausschließlicher Berücksichtigung der Experimente mit höchstens 2 Exemplaren ergab sich ein Wert von $1:1,9$, d.h., daß etwa jedes zweite Exemplar die Infektion übertrug.

Ausgehend von 20 untersuchten Tabanus-Spezies vertrat der Autor die Auffassung, daß alle Arten bei Versuchen mit Intervallzeiten bis höchstens 15 Minuten - der Verfasser bezeichnete dies als "direkte Übertragung" - "leicht eine Infektion übertragen können". Nach Verlauf von 30 Minuten ergab sich eine durchschnittliche Übertragungskapazität von $1:13$, nach 1 Stunde von $1:23$; es waren noch etwa 4% der Bremsen infektiös, ein Prozentsatz, der von NIESCHULZ (1930) als "ziemlich hoch" bezeichnet wurde. Nach einem Intervall von 3 Stunden errechnete der Verfasser eine durchschnittliche Übertragungskapazität von $1:13$.

zität von 1:329 (0,3%), nach 6 Stunden von 1:1100 (0,08%), nach 24 Stunden von 1:3000 (0,03%). Nach NIESCHULZ (1930) "dürfte bei Tabanus-Arten eine Übertragungsfähigkeit bis zu 3 Stunden nach dem infektiösen Saugakt keine Seltenheit, sondern eher die Regel sein".

Bei der Infektion mehrerer Versuchstiere nacheinander war die Übertragungskapazität relativ hoch. Sie belief sich für 3 aufeinanderfolgende Meerschweinchen auf 1:2,1 bis 1:2,5, für ein viertes Meerschweinchen betrug sie 1:14. Von der Möglichkeit, daß eines der Meerschweinchen nicht infiziert wird, wohl aber das darauffolgende, leitete NIESCHULZ (1930) ab, "daß man aus einem negativ verlaufenen Versuch nicht schließen kann, daß die betreffende Tabanide nicht mehr infektiös-tüchtig ist".

Die Übertragungskapazität verschiedener Tabanus-Arten stimmten, abgesehen von geringen aber konstanten Differenzen bei kurzem Intervall und bei direkter Übertragung weitgehend miteinander überein, selbst wenn die Tabaniden verschiedenen Gruppen angehörten oder starke Größenunterschiede aufwiesen. Bei längeren Intervallen traten deutlichere und größere Abweichungen auf, deren Bedeutung der Autor anhand der geringen Anzahl positiver Versuche jedoch nur schwer abzuschätzen vermochte.

In Versuchen mit Meerschweinchen und Ratten als Ausgang für die Folgeinfektion betrug die Übertragungskapazität durchschnittlich 1:1,2, mit Pferden als Trypanosomenträger errechnete der Verfasser einen Wert von 1:2,1. Er führte diese Differenz auf die höhere Intensität der Trypanosomeninfektion bei den Labornagern zurück.

Die Übertragung von *T. evansi* auf Pferde gelang bei Intervallen bis zu 1 Stunde ebenso leicht wie auf kleine Versuchs-

tiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, Mäuse), deutlich schwieriger jedoch bei Intervallzeiten von 3-4 Stunden. Die durchschnittliche Übertragungskapazität auf Pferde betrug bei direkter Übertragung 1:2,3 gegenüber 1:1,9 auf Labornager. Die Werte beliefen sich bei Intervallen von 30 Minuten auf 1:10 gegenüber 1:13, von 1 Stunde auf 1:26 gegenüber 1:19, von 3 Stunden auf 1:673 gegenüber 1:123 und von 4 Stunden auf 1:629 gegenüber 1:45.

Die Übertragungskapazität der Chrysops-Arten erreichte bei Versuchen mit Intervallen bis zu 1 Minute einen Wert von 1:12, nach Verlauf von 30 Minuten betrug sie 1:197. Bei Tabanus-Arten liegen die entsprechenden Werte bei 1:1,9 bzw. 1:13. Nach Untersuchung der Übertragungsfähigkeit von 4 Chrysops-Arten erscheint es NIESCHULZ (1930) sicher, "daß auch alle Chrysops-Arten, wenigstens bei sehr kurzen Intervallen, die Infektion übertragen können". Der Autor beurteilte einen Wert von 1:197 als hoch genug, um eine Übertragung selbst in der Natur relativ leicht zu ermöglichen. Angesichts der geringen Anzahl positiv verlaufener Versuche konnten Differenzen der Übertragungskapazität zwischen den einzelnen Chrysops-Arten nicht endgültig beurteilt werden.

Die Übertragungskapazität der Haematopota-Spezies belief sich bei Intervallen von unter 1 Minute auf 1:41, von 30 Minuten auf 1:39 und war damit wesentlich geringer als die Werte bei Tabanus-Arten. Anhand von Versuchen mit 7 Arten der Gattung Haematopota vertrat NIESCHULZ (1930) die Ansicht, daß die Mehrzahl der Haematopota-Arten bis zu einem Intervall von 30 Minuten infektionstüchtig ist und sprach ihnen eine gewisse Bedeutung als Trypanosomenüberträger zu.

YUTUC (1949) untersuchte auf den Philippinen die mechanische Übertragung von *T. evansi* durch *Tab. reducens* und *Tab. striatus*. Die Bremsen saugten 30-60 Sekunden an infizierten Meerschweinchen und im Anschluß daran bei Intervallzeiten von

20-90 Sekunden an Ratten. Die Übertragung gelang mit *Tab. reducens* in 3 von 4 Fällen, mit *Tab. striatus* in 1 von 4 Versuchen. Für die unterschiedliche Übertragungsfähigkeit der beiden Spezies machte der Autor den im Vergleich mit *Tab. striatus* größeren Proboscis von *Tab. reducens* verantwortlich, mit dem vermutlich eine größere Blutmenge in die Versuchstiere inokuliert werden kann. Beide Tabanidenarten waren nach den Erfahrungen des Verfassers unter Laborbedingungen nur kurze Zeit am Leben zu erhalten und nahmen in Gefangenschaft nur ausnahmsweise Blut an Labortieren auf.

Im Sudan untersuchten YAGI und RAZIG (1972a,b; 1975) sowie RAZIG und YAGI (1975) während drei aufeinanderfolgender Jahre die saisonal bedingte Häufigkeit des Vorkommens der Tabaniden. *Tab. taeniola* und *Tab. biguttatus* waren während des gesamten Jahres, letztere Art vor allem zu Beginn der Trockenzeit, nachzuweisen. *Atylotus agrestis*, *Atylotus fuscipes*, *Ancala latipes* und *Philoliche magretti* traten vorwiegend während oder am Ende der Regenperiode auf. *Tab. gratus* wurde nur in Einzelexemplaren beobachtet. Anhand dieser Untersuchungen erklärten die Verfasser das sporadische Auftreten der Surra während eines ganzen Jahres mit dem permanenten, ganzjährigen Vorkommen einiger Tabanidenarten. Das gehäufte Auftreten der Surra während der Regenzeit ist dagegen durch die zunehmende Dichte der Tabanidenpopulation bedingt.

b) Übertragung durch Stomoxiden

Im Gegensatz zu den Tabaniden, bei denen, mit Ausnahme der Unterfamilie Pangoniinae, nur die Weibchen Blut saugen, während sich die Männchen von Pflanzensäften und Pollen ernähren, sind bei den Stomoxys-Arten beide Geschlechter obligate, temporäre Blutsauger. Schon LAVERAN und MESNIL (1904) machten sowohl *Stomoxys (S.) calcitrans* auf Java als auch *S. nigra* auf Mauritius für die Übertragung der Surra verantwortlich.

Dagegen schätzten SERGENT und SERGENT (1905) die Rolle von *Stomoxys* spp. als Überträger der Kamelsurra gering ein. Ausgehend von infizierten Ratten versuchten sie, *T. evansi* durch Vertreter einer nicht näher bezeichneten *Stomoxys*-Art bei kurzem Intervall auf Mäuse zu übertragen. Dies gelang in 1 von 14 Fällen. Die im Vergleich mit Tabaniden geringere Übertragungsfähigkeit von *Stomoxys* spp. führten die Verfasser auf ihren kleineren Proboscis zurück, durch den nur eine geringe Blutmenge in empfängliche Tiere inokuliert werden kann.

MITZMAIN (1914) untersuchte auf den Philippinen die Übertragung von *T. evansi* durch *S. calcitrans*. Als Trypanosomen-spender und -empfänger dienten Meerschweinchen, Pferde und Affen. Ein Übertragungsversuch von Meerschweinchen auf Meerschweinchen verlief positiv, nachdem an 6 aufeinanderfolgenden Tagen über 200 Exemplare von *S. calcitrans* verwendet worden waren. In weiteren Versuchen war keine Übertragung mehr möglich, wie auch die Infektion dreier Meerschweinchen nacheinander durch Stiche von *S. calcitrans* nicht gelang.

Die Übertragungsversuche von KELSER (1927) mit *S. calcitrans* von Ratte auf Ratte bei kurzem Intervall sowie bei Zwischenzeiten von 6-27 Tagen ergaben negative Resultate. Daraus folgerte der Autor, *S. calcitrans* sei weder zur zyklischen noch zur azyklischen Übertragung von *T. evansi* fähig.

Auf Mauritius werden nach MOUTIA (1928) 99% der blutsaugenden Insekten durch *S. nigra* repräsentiert, so daß nach Meinung des Verfassers nur diese Art als Vektor von *T. evansi* in Betracht kommen kann. Zur Unterstützung dieser Hypothese untersuchte der Autor die Trypanosomenübertragung von infizierten Meerschweinchen auf Meerschweinchen und Hunde mit *S. nigra*. Sie gelang in 4 Fällen, 3mal von Meerschweinchen auf Meerschweinchen bei Intervallzeiten bis 10 Minuten, einmal von Meerschweinchen auf Hund bei einem Intervall von 2 Minuten.

Bei Zwischenzeiten von 20 Minuten bis 3 Tagen sowie bei Verwendung latent infizierter Meerschweinchen als Trypanosomen-träger wurden die Parasiten nicht übertragen.

NIESCHULZ (1930) führte mit 4274 Exemplaren der Arten *S. calcitrans* und *S. brunnipes* 120 Versuche zur Übertragung von *T. evansi* durch. Von infizierten Pferden, Büffeln, Affen, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten und Mäusen erfolgte die Übertragung, mit Ausnahme des Büffels, auf Vertreter der gleichen Tierarten. Mit *S. calcitrans* verliefen bei Intervallzeiten von 5 Sekunden bis 10 Minuten insgesamt 42 Versuche positiv, 12 von Pferd auf Affen, Kaninchen, Meerschweinchen und Ratten, 5 von Affen auf Pferde, Meerschweinchen, Kaninchen und Ratten, 5 von Meerschweinchen auf Kaninchen, Meerschweinchen und Ratten, 18 von Ratten auf Pferde, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten und Mäuse sowie je 1 Versuch vom Kaninchen bzw. der Maus auf Meerschweinchen. Mit *S. brunnipes* gelang die Übertragung zweimal bei Intervallen von 15-60 Sekunden von Meerschweinchen auf Meerschweinchen. Die Infektion zweier Ratten nacheinander durch *S. calcitrans* war nicht möglich. Unabhängig von der Art des Trypanosomenträgers ließen sich Pferde erheblich schwerer infizieren als Affen, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten und Mäuse. Die durchschnittliche Übertragungskapazität betrug in Versuchen auf Pferde 1:2000, auf Labornager und Affen 1:30. Anhand dieser Werte kommt der Autor zu dem Schluß, "daß die Art der Trypanosomenträger bei Versuchen mit *Stomoxys* spp. nur einen geringen, die Art der zu infizierenden Versuchstiere aber einen entscheidenden Einfluß auf das Übertragungsergebnis ausübt". NIESCHULZ (1930) sprach *S. calcitrans* und *S. brunnipes* keine bedeutende Rolle bei der Surra-Übertragung zu.

CHAUDHURI et al. (1966) untersuchten in Indien die Übertragung von *T. evansi* durch *S. calcitrans*. Bei Intervallzeiten von maximal 5 Minuten wurden die Parasiten in 1 von 13 Fällen

von infizierten auf trypanosomenfreie Meerschweinchen sowie in 1 von 6 Fällen von Hund auf Hund übertragen. Eine Übertragung von einem parasitämischen auf ein trypanosomenfreies Pferd erfolgte dagegen nicht, obwohl beide Versuchstiere bis zu 17 Tage lang in einem fliegensicheren Stall gehalten und mehreren tausend Fliegen ausgesetzt wurden. Ähnlich wie NIESCHULZ (1930) folgerten die Autoren aus diesen Ergebnissen, daß *S. calcitrans* trotz der potentiellen Möglichkeit einer Übertragung von *T. evansi* bei der Epidemiologie der Surra in Indien kaum eine Rolle spielt, "zumal die Übertragungsbedingungen in der freien Natur weit weniger ideal sein dürften als insbesondere in den Versuchen mit Pferden".

Aufgrund seines Quellenstudiums bewertet HOARE (1972) Tabaniden-Arten als hauptsächliche Surra-Überträger im Freien, während in geschlossenen Stallungen *Stomoxys* spp. an ihre Stelle treten.

c) Übertragung durch Zecken

CROSS (1923) führte in Indien Versuche zur Übertragung von *T. evansi* mit Lederzecken der Spezies *Ornithodoros crossi* durch. Sie gelang in 3 Fällen, von Hund auf Kaninchen durch 30 Zecken bei einer Intervallzeit von 1 Monat, von Hund auf Ratte mit 10 Zecken bei einem Intervall von 17 Tagen und schließlich von einem latent infizierten Hund auf eine Ratte mit 30 Zecken bei einer Zwischenzeit von 1 Monat. Dagegen war es nicht möglich, nach Unterbrechung des Saugaktes und niederen Intervallzeiten von 10 Sekunden bis 3 Minuten die Infektion von Hunden auf Hunde und Ratten zu übertragen. Aus diesen Ergebnissen schloß der Verfasser, daß *T. evansi* in der Zecke eine zyklische Entwicklung durchläuft.

In Großbritannien untersuchten YORKE und MACFIE (1924) die Trypanosomenübertragung ebenfalls mit *Ornithodoros crossi*, die experimentell in Indien an hochgradig parasitämischen Hunden

gefüttert und zu weiteren Untersuchungen nach England verbracht wurden. Die Verfasser setzten bei Intervallzeiten von 1-6 Monaten mehrmals 350 Zecken an Kaninchen und 50 Zecken an Meerschweinchen an; eine Übertragung erfolgte nicht.

KELSER (1927) sowie KIRMSE und TAYLOR-LEWIS (1978) führten ähnliche Versuche mit Schildzecken der Spezies *Boophilus australis* und *Dermacentor reticulatus* bzw. *Hyalomma anatolicum excavatum*, *Hyalomma dromedarii*, *Hyalomma impressum*, *Dermacentor andersoni* und *Rhipicephalus sanguineus* durch. Die Infektion wurde nicht übertragen.

d) Übertragung durch Vampire

In Mittel- und Südamerika ist neben Tabaniden auch der Vampir *Desmodus rotundus* als Überträger von *T. evansi* bekannt. Sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Nord-Mexiko bis Süd-Argentinien und deckt sich mit den enzootischen Gebieten der "murrina" und des "mal de caderas" (HOARE, 1965, 1972).

Untersuchungen zur experimentellen Übertragung von *T. evansi* durch Vampire führten DUNN (1932) und JOHNSON (1936a,b) in Panama, ACOSTA und ROMANA (1938) in Argentinien sowie JANSEN (1941) in Brasilien durch. Nach der Aufnahme infizierten Blutes durchdringen die Trypanosomen die Maulschleimhaut des Vampirs und vermehren sich in seinem Blut in derselben Weise, wie dies aus anderen Wirtstieren bekannt ist. Die Parasiten sind etwa 1 Monat lang im Blut der Fledermäuse nachzuweisen und treten aus der Blutbahn über die Maulschleimhaut in die Maulhöhle des Vampirs über. Während dieser Zeit wird die Infektion durch den Biß von Vampiren und Lecken an der Bißwunde auf empfängliche Tiere übertragen. Nach etwa 1 Monat endet die Infektion für Vampire meist tödlich, Spontanheilungen sind möglich (CLARK, 1948).

Im Gegensatz zu Vektoren mit mechanischer Übertragungsweise, bei denen die Trypanosomen in den Mundwerkzeugen begrenzte Zeit überleben, ist der Erfolg der Übertragung durch Vampire nicht von der Länge der Intervalle zwischen den Blutmahlzeiten abhängig, da die Parasiten in den Fledermäusen persistieren. Auch bei geringgradiger Parasitämie des Trypanosomenträgers ist durch die Aufnahme relativ großer Blutmengen (bis zu 50 ml) und die Vermehrung der Flagellaten im Vampir eine Übertragung gewährleistet. Vampire fungieren als sog. "Parallelwirte", da die Trypanosomen in ihnen keine zyklische Entwicklung durchlaufen (HOARE, 1965, 1972).

e) Übertragung durch Moskitos, Musciden und Gnitzen

MITZMAIN (1914) untersuchte auf den Philippinen die Übertragung von *T. evansi* durch *Aedes* (*Stegomyia*) *calopus*, *Culex fatigans*, *Lyperosia exigua*, *Phillaetomyia crassirostris*, *Culicoides judicandus* Bezzi sowie *Musca domestica* (nach NIESCHULZ, 1930, wahrscheinlich *Musca bakeri*).

Alle Versuche, die mit *Aedes* (*Stegomyia*) *calopus*, *Culex fatigans*, *Lyperosia exigua* und *Culicoides judicandus* Bezzi von infizierten Pferden, Büffeln, Affen und Meerschweinchen auf Pferde, Affen, Maulesel, Büffel und Meerschweinchen durchgeführt wurden, verliefen ohne Erfolg. Im Gegensatz dazu war die Übertragung mit *Phillaetomyia crassirostris* in 1 von 15 Fällen möglich. Innerhalb 6 aufeinanderfolgender Tage wurden ca. 100 Fliegen an einem infizierten Affen gefüttert und nach Unterbrechung des Saugaktes bei kurzem Intervall an einem parasitenfreien Affen angesetzt. Nach einer Präpatenzzeit von 6 Tagen und einer Krankheitsdauer von 14 Tagen endete die Infektion des Affen tödlich. Der Verfasser überprüfte weiterhin die Möglichkeit einer Übertragung der Trypanosomen durch *Musca domestica* von infizierten Affen und Pferden auf Vertreter der gleichen Tierarten. Nachdem er zunächst etwa

100 Exemplare von *S. calcitrans* am infizierten Wirt gefüttert hatte, setzte er an den daraus resultierenden Hautläsionen bis zu 40 Exemplare von *Musca domestica* an, die das aus den Stichwunden austretende infizierte Blut aufnahmen und kurze Zeit später auch an der skarifizierten Haut der nicht infizierten Versuchstiere Blut leckten. Auf diese Weise war es möglich, in 4 von 5 Fällen eine erfolgreiche perkutane Übertragung des Parasiten auf 2 Affen und 2 Pferde durchzuführen. Die Affen verendeten am 10. und 11. Tag, die Pferde am 35. und 47. Tag p.i. Eine Übertragung durch die intakte Haut gelang nicht. Auch das Einreiben infizierten Blutes in frische Stichkanäle, die am Versuchstier durch *S. calcitrans* verursacht wurden, führte zu keiner Infektion.

Bei Untersuchungen von KELSER (1927) verliefen zwei Übertragungsversuche mit *Aedes aegypti* bei kurzem Intervall von Ratte auf Ratte positiv. Dagegen war mit *Lyperosia exigua* ebenfalls unter Verwendung von Ratten sowohl bei kurzem Intervall als auch bei Intervallzeiten von 1-9 Tagen keine Infektion möglich.

NIESCHULZ (1930) führte Versuche zur Übertragung von *T. evansi* mit *Lyperosia exigua*, *Musca inferior*, *Musca crassirostris*, *Armigeres obturans*, *Stegomyia aegypti*, *Anopheles vaga*, *Anopheles fuliginosus* sowie *Culex whitmorei* durch. Als Trypanosomenträger dienten Pferde, Meerschweinchen und Ratten, als parasitenfreie Versuchstiere Pferde, Meerschweinchen, Ratten und Kaninchen.

Mit *Anopheles fuliginosus* konnten die Flagellaten in 2 von 10 Fällen bei einem Intervall von maximal 120 Sekunden von Pferd auf Pferd übertragen werden. Ein positives Ergebnis erzielte der Autor ebenfalls mit *Armigeres obturans* von Pferd auf Pferd bei einer Intervallzeit von maximal 60 Sekunden.

Alle Versuche mit den übrigen Vektoren führten bei Variation der Intervallzeiten zu keinem Erfolg. Nach Errechnung der

Übertragungskapazitäten kam NIESCHULZ (1930) zu der Überzeugung, daß *Anopheles fuliginosus* mit einem Wert von 1:250 in Versuchen mit Pferden ein weit wirksamerer Überträger ist als *S. calcitrans*, während die Übertragungskapazität von *Armigeres obturans* mit 1:1036 wesentlich niedriger lag.

Auf den Philippinen untersuchte DE JESUS (1951) an Hunden und Ratten die Möglichkeit einer perkutanen Übertragung von *T. evansi* durch *Musca domestica*. Die Fliegen nahmen zunächst infiziertes Blut auf, das aus einer Stichwunde in der Haut eines als Trypanosomenträger dienenden Meerschweinchens oder einer Ratte austrat. Unmittelbar darauf wurden die Fliegen zur weiteren Blutaufnahme an skarifizierte Hautstellen sowie Schnitt- und Stichwunden von Hunden und Ratten angesetzt. Auf diese Weise war eine Übertragung von *T. evansi* über die skarifizierte Haut auf 3 Ratten, über bis zu 48 Stunden alte Schnittwunden auf 1 Hund und 7 Ratten sowie über frische Stichwunden auf 1 Hund und 1 Ratte möglich.

Die Untersuchungen von MITZMAIN (1914) zur Übertragungsfähigkeit von *Hippobosca maculata* sowie die Versuche von NIESCHULZ (1930) mit *Cimex rotundatus* ergaben keinen Hinweis, daß diese Spezies als Überträger von *T. evansi* in Frage kommen.

f) Alimentäre Übertragung

DE JESUS (1951) untersuchte die alimentäre Übertragung von *T. evansi* auf Hunde und Ratten. Durch Verfütterung rohen, Surra-infizierten Fleisches und Blutes gelang ihm die per-orale Übertragung der Parasiten auf 11 Hunde und 3 Ratten. Das Bestreichen der Maulschleimhaut von Hunden mit *T. evansi*-infiziertem Blut führte nicht zur Infektion der Tiere. Daraus schloß der Autor, daß die Trypanosomen bei der oralen Infektion über die Ösophagus-, Magen- oder Darmschleimhaut in den Blutkreislauf eindringen.

Nach SACHS et al. (1967) erfolgte die *T. evansi*-Infektion der Wildcarnivoren Afrikas oral durch Aufnahme infizierten Fleisches. WIESENHÜTTER (1975) machte die Verfütterung infizierten Rinder- und Schweinefleisches für die Surra-Erkrankung von Hunden verantwortlich. KIRMSE und TAYLOR-LEWIS (1978) verfütterten infizierte Larven und Nymphen von *Hyalomma anatolicum excavatum*, *Hyalomma dromedarii*, *Hyalomma impressum*, *Rhipicephalus sanguineus* und *Dermacentor andersoni* an Mäuse. Die Übertragung von *T. evansi* gelang nach Skarifizierung der Mundschleimhaut mit allen Stadien und den genannten Spezies der Zecken mit Ausnahme der Nymphen von *Hyalomma anatolicum excavatum*. RAINA et al. (1985) untersuchten die orale Übertragung von *T. evansi* auf Hunde und Mäuse. Durch Verfütterung Surra-infizierten Fleisches und Blutes an Hunde bzw. orale Verabreichung *T. evansi*-infizierten Blutes an Mäuse war es möglich, die Infektion auf 6 Hunde und 9 Mäuse zu übertragen.

3. Überlebenszeit von Trypanosoma evansi in Tabaniden, Stomoxiden, Moskitos, Zecken und Raubwanzen sowie transovarielle und transstadiale Übertragung

a) Überlebenszeit von T. evansi in Tabaniden und Stomoxiden

SERGENT und SERGENT (1905) wiesen im Darm von Tabaniden (*Atylotus nemoralis*, *Atylotus tomentosus*) bis zu 50 Minuten nach Aufnahme trypanosomenhaltigen Blutes bewegliche Surra-Erreger nach. Eine Stunde nach dem Saugakt waren die Parasiten unbeweglich, vakuolisiert und verloren ihre Anfärbbbarkeit. Nach 22 Stunden zeigten sich nur noch Auflösungserscheinungen der Parasiten.

MITZMAIN (1913b, 1914) gelang der Trypanosomennachweis im Darm von *Tab. striatus* bis zu 30 Stunden, im Fliegenexkret bis 90 Minuten nach dem Saugakt am infizierten Wirt. Die subkutane Injektion homogenisierter Tabaniden, die maximal 10

Stunden zuvor Blut an Surra-infizierten Versuchstieren gesaugt hatten, führte bei Versuchstieren einer nicht näher bezeichneten Art zur Infektion; 2-26 Tage nach Aufnahme infizierten Blutes wurde *T. evansi* dagegen durch die subkutane Inokulation der Tabaniden nicht mehr übertragen.

NIESCHULZ (1930) injizierte den Darminhalt von je 100 Exemplaren von *Tab. rubidus* am 15. und 20.-31. Tag nach Aufnahme infizierten Blutes subkutan in Pferde. Eine Übertragung der Flagellaten war nicht möglich.

HOARE (1972) sieht im Ergebnis der Versuche von MITZMAIN (1913b, 1914) und NIESCHULZ (1930) die Bestätigung dafür, daß *T. evansi* in Tabaniden keine zyklische Entwicklung durchläuft, sondern azyklisch übertragen wird.

Auf den Philippinen gelang CURRY (1902) bis zu 24 Stunden nach Blutaufnahme an Surra-infizierten Pferden, Maultieren und Büffeln der Nachweis beweglicher Trypanosomen im Verdauungstrakt und Proboscis von *Stomoxys calcitrans*.

MITZMAIN (1912) übertrug die Infektion auf Meerschweinchen durch intraperitoneale Inokulation homogenisierter *S. calcitrans* bis maximal 6 Stunden nach der Blutmahlzeit am Trypanosomenträger. Die Inokulation des Proboscis führte nur bis zu 30 Sekunden nach der Blutaufnahme am infizierten Wirt zur Erkrankung der Versuchstiere.

Auf Mauritius wies MOUTIA (1928) bei *S. nigra* nach Aufnahme *T. evansi*-infizierten Blutes bewegliche Parasiten bis höchstens 10 Minuten im Proboscis und bis maximal 3 Stunden im Darm nach. 4 Stunden nach der Blutmahlzeit zeigten die Flagellaten im Verdauungstrakt erstmals Degenerationszeichen, wie beispielsweise Verlust der Geißel bzw. der undulierenden Membran. Nach 24 Stunden waren weder im Darm noch in den Malpighischen Gefäßen oder den Speicheldrüsen Trypanosomen festzustellen.

b) Überlebenszeit von T. evansi in Moskitos,
Zecken und Raubwanzen

Nach MITZMAIN (1914) waren bis 42 Stunden nach der Blutmahlzeit am Trypanosomenträger bewegliche Flagellaten im Proventrikulus von Aedes calopus nachweisbar. Bis zu 30 Stunden nach der Blutmahlzeit führte die Inokulation von Aedes calopus, Culex fatigans und Culex ludlowi in Pferde zur Infektion.

DIAZ-UNGRIA (1966) gelang der mikroskopische Nachweis von T. evansi im Darm von Rhodnius prolixus bis zu 1 Stunde nach Aufnahme infizierten Blutes.

KIRMSE und TAYLOR-LEWIS (1978) untersuchten Larven, Nymphen und Adulte von Hyalomma anatolicum excavatum, Hyalomma dromedarii, Hyalomma impressum, Rhipicephalus sanguineus und Dermacentor andersoni und wiesen mikroskopisch im Darminhalt der Larven bis 22 Stunden, der Nymphen bis 9 Stunden nach Aufnahme infizierten Blutes bewegliche Trypanosomen nach. Weder in adulten Zecken noch in Geweben oder Exkreten der Arthropoden waren Trypanosomen erkennbar. Bis 2 Stunden nach der Blutmahlzeit führte die intraperitoneale Injektion der Larven und Nymphen in Ratten und Mäuse, mit Ausnahme von Nymphen von Hyalomma anatolicum excavatum und Hyalomma impressum, zur Infektion der Labornager.

c) Transovarielle und transstadiale Übertragung
von T. evansi

Tabaniden

MITZMAIN (1913b) verfütterte die Nachkommen einer infizierten Bremse der Spezies Tab. striatus an parasitenfreie Affen. Dabei kam es zu keiner Übertragung. FLETCHER (1916) konnte ebenfalls keine transovarielle Übertragung bei Tab. albi-mediis und Tab. striatus feststellen.

Stomoxys calcitrans

Zum Nachweis einer transvariellen Übertragung von *T. evansi* untersuchte MITZMAIN (1912) mikroskopisch Eier und Larven infizierter *S. calcitrans*, darüber hinaus auch Larven im Tierversuch mit Meerschweinchen. Zur Überprüfung einer transstadialen Übertragung fütterte der Autor *Stomoxys*-Larven mit infiziertem Blut. Die geschlüpften adulten Fliegen setzte er zur Untersuchung einer Übertragung durch den Stich an parasitenfreie Affen. Durch Injektion der vollgesaugten homogenisierten Fliegen in Meerschweinchen versuchte er, *T. evansi* inokulativ auf Versuchstiere zu übertragen. In keinem Fall konnten Trypanosomen nachgewiesen oder übertragen werden.

Zecken und Moskitos

Nach MITZMAIN (1914) sowie KIRMSE und TAYLOR-LEWIS (1978) findet weder bei Moskitos (*Aedes calopus*) noch bei Schildzecken (*Hyalomma anatolicum excavatum*, *Hyalomma dromedarii*, *Hyalomma impressum*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Dermacentor andersoni*) eine transvarielle Übertragung von *T. evansi* statt.

4. In Deutschland heimische Tabaniden als Überträger von Trypanosomen und taxonomische Zuordnung der Tabaniden

a) In Deutschland heimische Tabaniden als Überträger von Trypanosomen

Einheimische Tabaniden gelten als Hauptüberträger von *T. theileri* seit NÖLLER (1916, 1925) aus dem Darm von *Tab. glaucopis* und *Haematopota pluvialis* Flagellaten isolierte, deren Kulturformen morphologisch von denen des *T. theileri* nicht zu unterscheiden waren. Nach PETRICH (1976) betrug der kulturell nachweisbare Befall von Rindern in Norddeutschland 46%, wobei die Befallsquote einzelner Herden zwischen 0 und 81% schwankte.

Der Unterschied zwischen der prozentualen Häufigkeit positiver Tiere während der Flugzeit der Tabaniden (44%) und der tabanidenfreien Zeit (14%) erwies sich als signifikant. Bei ausschließlicher Stallhaltung wurden keine Infektionen nachgewiesen. 1984 gelang FRIEDHOFF et al. der Nachweis von *T. theileri* bei 10 von 27 Rehen (*Capreolus capreolus*) und 1 von 3 Hirschen (*Cervus elaphus*) in Niedersachsen. Nach DENNIG (unveröffentlicht) wurden in Bayern Rinderbestände mit einer *T. theileri*-Befallshöhe von 40-60% nachgewiesen.

In Deutschland sind 60 Tabaniden-Arten aus 10 Gattungen beschrieben (HENTSCHEL, 1979). SCHACHT (1979) bezeichnete davon 47 Arten in Bayern als bodenständig.

Taxonomische Zuordnung der Tabaniden

Nach HENNIG (1973) sowie CHVALA et al. (1972) gehören die Bremsen der Ordnung Diptera, Unterordnung Brachycera, Familie Tabanidae an, innerhalb der die Unterfamilien Chrysopsinae, Tabaninae und Pangoniinae zu unterscheiden sind. Diese bestehen u.a. aus den Gattungen Chrysops, Hybomitra, Atylotus, Tabanus, Heptatoma und Haematopota.

5. Fang von Tabaniden

Zahlreiche Autoren beschäftigen sich mit dem Fang der Tabaniden, insbesondere der Konstruktion verschiedener Fallentypen und der Wirkung von Ködern und Lockmitteln.

BRACKEN et al. (1962), BRACKEN und THORSTEINSON (1965) sowie THORSTEINSON et al. (1966) untersuchten in Kanada den Einfluß der Köderform und -farbe auf Anzahl und Art der gefangenen Tabaniden. Nach Erkenntnis der Autoren muß sich ein für Bremsen attraktiver Gegenstand in der Farbe und der Reflektion vom Hintergrund, im Biotop der Bremsen meist aus grüner Vegetation bestehend, abheben. Die Spezies *Tab. illotus*, *Tab. lineola scutellaris*, *Tab. epistates* und *Tab. lasiophthalma* wurden

von schwarzen und roten Kugeln gleich stark angezogen, ignorierten dagegen grüne und gelbe Köder. Nur für *Tab. illotus* waren graue und weiße Kugeln ebenso attraktiv wie rote und schwarze Köder. Die geringste anlockende Wirkung besaßen zweidimensionale Köder, während sich die Kugel als wirksamste Köderform erwies. Die Ausrichtung adulter Tabaniden auf schwarze, glänzende Kugeln wird durch deren Temperatur und Bewegung im Wind wenig beeinflusst. Oberhalb einer kritischen Grenze ist auch die Größe unbedeutend, vorausgesetzt, ihre Silhouette wird nicht durch weiße Fleckung oder Streifung verkleinert.

Nach BARRASS (1960), GRANGER (1970) sowie HANSENS et al. (1971) wirken dunkle Farben anziehender für Tabaniden als helle. BARRASS (1960) untersuchte in Süd-Rhodesien die anlockende Wirkung schwarzer, dunkel- und hellgrauer sowie weißer Stoffschirme auf *Haematopota insidiatrix*. Die Mehrzahl der Fliegen ließen sich auf den schwarzen Schirmen nieder. Durch weiße Streifung reduzierte sich die Attraktivität umso mehr, je breiter die Streifen waren. GRANGER (1970) fing 34% der Tabaniden in roten und braunen, 22% in schwarzen und nur 9% in grün-gelben Fallen. HANSENS et al. (1971) sowie BAUER und WETZEL (1974) arbeiteten mit verschiedenfarbigen leimbestrichenen Stellwänden. Bei den Versuchen von HANSENS et al. (1971) fingen sich 19% der Tabaniden an schwarzen, 15-18% an dunkelgrünen und roten, 9-11% an hellgrünen, hellblauen und ungefärbten Metallplatten sowie 7-8% an weißen und gelben Stellwänden. Eine Erhöhung der Attraktivität erzielten sie durch Doppelfarben, z.B. ein weißes Quadrat auf schwarzem Grund. BAUER und WETZEL (1974) berichteten über ähnliche Erfahrungen mit den Farbkombinationen schwarz-weiß, rotbraun-weiß und rotbraun-schwarz. ROBERTS (1970b) untersuchte die Wirksamkeit der Malaise Falle nach TOWNES (1962) unter Verwendung verschiedenfarbiger Stoffarten bzw. eines Plastikfliegengitters. Die überwiegende Mehrzahl der Tabaniden fing der Autor in der mit blassgoldgelber Fliegengaze ausgestatteten Falle, während

Fallen mit grüner Fliegengaze oder einem grauen Plastikfliegengitter eine bis zu 100fach geringere Attraktivität aufwiesen. *Leucotabanus annulatus*, *Tab. americanus*, *Tab. equalis* und *Tab. mularis* fingen sich nur an blaßgoldgelben, *Tab. proximus* nur an grünen Fangflächen. Mit zunehmendem Kontrast der Falle gegenüber dem Hintergrund vergrößerte sich die Anzahl gefangener Tabaniden.

Nach WILSON et al. (1966) spielt CO_2 bei der Wirtsuche der Tabanidenweibchen eine bedeutende Rolle. Die Autoren fingen bei Verwendung von CO_2 in Form von Trockeneis als Köder bis zu 20mal mehr Tabaniden als ohne Lockmittel. Ähnliche Ergebnisse erzielten KNUDSEN und REES (1968), BLUME et al. (1972), ROBERTS (1972) sowie KNIEPERT (1979). PECHUMAN und BURTON (1969) sowie WILSON und RICHARDSON (1970) wiesen zudem darauf hin, daß die Attraktivität von CO_2 bei *Tabanus*- und *Hybomitra*-Arten stärker ausgeprägt ist als bei *Chrysops*-Arten. ROBERTS (1970a, 1971b) untersuchte den Einfluß der pro Zeiteinheit freigesetzten CO_2 -Menge auf den Umfang des Fangergebnisses. Die Anzahl gefangener Tabaniden stieg bei 100 ml CO_2 /min. um den Faktor 5, sie betrug das 8fache bei 500-1500 ml CO_2 /min. und das 10fache bei 2000 ml CO_2 /min. Der stärkste proportionale Anstieg des Fangergebnisses erfolgte von 100 auf 500 ml CO_2 /min. Bei 1000 ml CO_2 /min. reagierten die Bremsen am stärksten, während weitere Erhöhungen der CO_2 -Freisetzung die Resultate weniger deutlich beeinflussten. Die Attraktivität von CO_2 war bei jeder Bremsenspezies unterschiedlich stark ausgeprägt und vom Standort der Falle und dem Fangtermin abhängig. EVERETT und LANCASTER (1968) sowie ROBERTS (1972) verglichen die Effektivität eines Ködertieres (Stier) mit der anlockenden Wirkung von CO_2 . Während nach den Ergebnissen von EVERETT und LANCASTER (1968) CO_2 eine deutlich höhere Attraktivität aufwies, wurde nach ROBERTS (1972) mit beiden Ködern die gleiche Anzahl Tabaniden gefangen. Nur 2 von 12 Arten bevorzugten die CO_2 -geköderte Falle.

WILSON (1968) verwendete CO₂-geköderte Fallen in der Praxis, um die Tabanidenpopulation von Rinderweiden zu reduzieren. An der Peripherie einer Rinderweide aufgestellte Fallen mit Trockeneisköder führten zur Reduktion des Tabanidenanflugs um 60-70%, während sich innerhalb von 5 Tagen bis zu 95.000 Bremsen an den Fallen fingen.

THORSTEINSON (1958), MOUCHA (1963), CHVALA und EICHLER (1977) sowie KNIERT (1982) berichteten über den Einflug vor allem weiblicher Tabaniden in PKW's, die mit geöffneten Fenstern oder Türen an sonnenbeschienenen Plätzen abgestellt werden. Infolge ihres positiv phototaktischen Verhaltens fliegen die Bremsen in Richtung Front- oder Heckscheibe und können nicht mehr entweichen. Aufgrund der Beobachtung, daß die Tabaniden von der - im Vergleich zur Umgebung - höheren Lufttemperatur des Wageninneren angelockt werden und unter der Voraussetzung, daß Hitze allein ein ausreichendes Lockmittel darstellt, entwickelte THORSTEINSON (1958) die Heliothermalfalle. Sie besteht aus einem durchsichtigen, an der Bodenfläche offenen, Plastikkegel, der mit der Spitze nach oben auf 3 Beinen errichtet wird. Die Falle arbeitet nach dem Prinzip des Treibhauseffekts; im Inneren und unterhalb des Kegels herrschen um etwa 15° C höhere Lufttemperaturen als in der Umgebung. Die von der Hitze angelockten Tabaniden sammeln sich unter dem kegelförmigen Fallenschirm und werden entsprechend ihrer positiven Phototaxis zur Spitze des Kegels geleitet. Durch Überhitzung und Austrocknung betäubt fallen sie durch einen unter der Kegelspitze angebrachten, schwarzen Trichter in ein Sammel- und Tötungsgefäß. Nach Ansicht des Autors sollte diese Falle ohne fremde Energiezufuhr wirksam sein.

Eine Weiterentwicklung der Heliothermalfalle bildet die von THORSTEINSON et al. (1965) beschriebene Manitoba-Fliegenfalle. Sie unterscheidet sich in zweifacher Hinsicht von der Heliothermalfalle: Zum einen wurde die Kegelspitze durch ein Sammel-

und Tötungsgefäß ersetzt, zum anderen dient unterhalb des kegelförmigen Fallenschirmes eine schwarze, glänzende Kugel als zusätzlicher Köder. Dieser muß ausreichend hoch aufgehängt sein, um nicht von der Vegetation verdeckt zu werden. Nach den Erfahrungen der Autoren erreichte der Köder die größte Wirksamkeit in einer Höhe von 1 m über dem Erdboden.

Die Aufstellung der Manitobafalle erfolgt am günstigsten in windgeschützten Waldlichtungen. In Manitoba konnten so bis zu 100 überwiegend weibliche Tabaniden pro Stunde gefangen werden. Im Gegensatz zur Malaisefalle (vgl. S. 30) soll die Manitobafalle für Bremsen möglichst gut sichtbar und anziehend sein. Sie wirkt hoch spezifisch auf tagaktive Stechfliegen sowie *Hydrotaea scambus*, eine nichtstechende Rinderfliege. Nach ähnlichen Prinzipien wurden die Harrisfalle (nach ZUMPT, 1936), die Falle nach MORRIS und MORRIS (1949), die Falle nach RASNITSIN (1963) sowie die Falle von FREDEEN (1961) entwickelt.

THOMPSON (1967, 1969), CATTS (1970), GRANGER (1970), HANSENS et al. (1971), ADKINS et al. (1972), BAUER (1974), BAUER und WETZEL (1974), AXTELL et al. (1975), KNIPEPERT (1979) sowie HUGHES et al. (1981) benutzten und modifizierten die Manitobafalle im Verlauf ihrer Untersuchungen. Der kegel- oder pyramidenförmige Fallenschirm aus elastischem oder starrem Material wurde auf 3 oder 4 Beinen in unterschiedlicher Höhe über dem Erdboden errichtet. Einige Autoren verwendeten nur einen zentralen Standfuß und spannten die pyramidenförmige Falle mit Schnüren auf, die von jeder Ecke ausgehend am Erdboden befestigt wurden. Neben schwarzen, glänzenden Kugeln dienten braune, trapezförmige Köder oder eine unterschiedlich breite Verkleidung des Fallenschirmes mit schwarzer Plastikfolie als Lockmittel. Einige Verfasser modifizierten die Befestigung der Beine an der Fallenspitze und konstruierten Sammel- und Tötungsgefäße zur Anwendung von Kontaktgiften oder verdampfbaren Tötungsmitteln.

Die Manningfalle, die 1967 von Frank MANNING entwickelt wurde, stellt eine Abart der Manitobafalle dar. Nach GRANGER (1970) sowie HANSENS et al. (1971) wird die rechteckige, kastenförmige Falle auf 4 Beinen errichtet. Die Tabaniden fliegen durch die offene Bodenfläche ins Falleninnere und gelangen zum Giebel des V-förmigen, mit einem Fliegennetz überzogenen Daches. Dort bildet eine schlitzartige Öffnung den Einlaß in das Sammelgefäß. Als Köder diente eine schwarze, glänzende Kugel (HANSENS et al., 1971) bzw. ein brauner, trapezförmiger Körper (GRANGER, 1970). Andere Verfasser verkleideten die Falle mit schwarzer Plastikfolie und benutzten ein zylinderartiges Sammelgefäß (BAUER, 1974; BAUER und WETZEL, 1974) bzw. färbten die senkrechten Fallenwände schwarz (AXTELL et al., 1975).

MALAISE (1937) konstruierte die nach ihm benannte Falle aufgrund der Beobachtung, daß sich die in ein Zelt einfliegenden Insekten stets an der höchsten Stelle des Zeltdaches sammeln. Der Prototyp der Malaise-Falle bestand aus einem quadratischen, mit schwarzem Baumwollnetz bespannten Gestell, dessen Vorder- und Grundfläche geöffnet waren. Die Deckfläche verlief schräg zur rechten hinteren Ecke ansteigend, dort befand sich die Einlaßöffnung in den darübergelegenen, pyramidenförmigen, ebenfalls aus schwarzem Baumwollnetz bestehenden Raum, dessen höchste Spitze in das Sammelgefäß mündete. Modifikationen dieses Fallengrundtyps benutzen GRESSIT und GRESSIT (1962), TOWNES (1962), SMITH et al. (1965), KNUDSEN und REES (1968), ROBERTS (1970a,b, 1971a,b, 1972, 1974), BLUME et al. (1972) sowie BURNETT und HAYS (1974). Nach THORSTEINSON et al. (1965) soll die Malaisefalle so unsichtbar wie möglich sein. Sie ist zum Fang einer Vielzahl krabbelnder und fliegender Insekten, selbst von kleinen Krebsen, geeignet.

Die Einweg-Flugfalle nach SCHACHT (1982) besteht aus weißer Gardinengaze, die in Form einer 7x8 m umfassenden und etwa 2 m hohen Pyramide in natürlichen Flugschneisen errichtet

wird. Im Gegensatz zu Fallen mit senkrechter Fangfläche, wie z.B. der Malaisefalle, wird nach den Erfahrungen des Autors ein größeres Arten- und Geschlechterspektrum gefangen. Mit abgesenkter Grundfläche läßt sie sich auch zum Auffinden von Brutbiotopen verwenden.

Zum Fang tagaktiver, vom Vieh angelockter Dipteren entwickelte ROBERTS (1965) eine geräumige, quaderförmige Falle, in deren Innerem ein Stier als Köder diente. Das Holzgestell wurde mit Fliegengaze überzogen, in den Seitenwänden brachte der Autor schlitzartige Einlaßöffnungen in unterschiedlicher Höhe über dem Erdboden an. Die im Falleninneren gefangenen Insekten sammelte er mit einem Vakuumsauger und überführte sie in ein Tötungsgefäß.

ZUMPT (1936) beschrieb die Harris-Falle als selbsttätige sog. "Käfigfalle" zum Fang von *Glossina pallidipes* in Südafrika. Die Falle besteht aus einem langen, im Querschnitt dreieckigen, mit Stoff bespannten Holzgestell. Durch einen langen, schmalen Schlitz an der Unterseite gelangen die Fliegen in die Falle und sammeln sich aufgrund ihres positiv phototaktischen Verhaltens in einem an der Oberseite angebrachten Behälter. BAUER (1974) sowie BAUER und WETZEL (1974) modifizierten die Falle durch Bespannung mit schwarzer Plastikfolie und brachten einen Trichter als Einlaß zum Sammelgefäß an. Die Falle hing an zwei Drähten befestigt frei beweglich zwischen zwei im Erdboden verankerten Pfählen.

WILSON et al. (1966), WILSON (1968), KNUDSEN und REES (1968), HANSENS et al. (1971), BAUER (1974) sowie BAUER und WETZEL (1974) benutzten Leimfallen zum Tabanidenfang. Während die zylindrische Form der Fallen von WILSON et al. (1966) sowie von WILSON (1968) ein Rind simulieren sollte, verwendeten die anderen Autoren zwischen zwei Stangen errichtete und mit Leim bestrichene Sperrholz- oder Metallplatten bzw. in Holz-

rahmen aufgespannte Plastikfolie. Die Bremsen wurden 2-3mal wöchentlich abgesammelt, da sie bei längeren Sammelperioden zu stark antrockneten und schwer zu entfernen waren. Nach BAUER (1974) ermöglichte die starke Beschädigung der angeklebten Tabaniden häufig nur eine Gattungsbestimmung. KNUDSEN und REES (1968) sowie HANSENS et al. (1971) erneuerten den Leimanstrich (Stikem Special^R bzw. Tree Tanglefoot^R) 1-2mal wöchentlich, nach BAUER und WETZEL (1974) blieb Aeroxon Leim Fl 11^R mindestens 4 Wochen voll wirksam. Nach den Erfahrungen von BAUER (1974) wird Aeroxon Leim Fl 11^R im Gegensatz zu Stikem Special^R bei Sonneneinstrahlung dünnflüssig und tropft von der Falle ab. Niederschläge und Tau vermindern die Viskosität und Effektivität von Stikem Special^R, während Aeroxon Leim Fl 11^R wasserunlöslich ist. Da Tabaniden gegen den Wind anfliegen, fangen sich die Mehrzahl der Bremsen an der Lee-seite der quer zur Windrichtung aufgestellten Fallen (BAUER und WETZEL, 1974).

Eine Variante der Leimfalle stellt die von BAUER (1974) entwickelte Kreuzfalle dar. Sie besteht aus zwei schwarz-weiß angestrichenen Flächen, die kreuzartig zusammengesetzt und auf einem Pfahl 60 cm über dem Erdboden errichtet werden.

BAUER (1974) sowie BAUER und WETZEL (1974) verglichen die Wirksamkeit der Manitobafalle (nach HANSENS et al., 1971, mod.), der Manningfalle (nach HANSENS et al., 1971, mod.), der Harris-Falle (nach ZUMPT, 1936, mod.), von Stellwänden und der Kreuzfalle. BAUER (1974) erzielte mit der Kreuzfalle das beste, mit 100% veranschlagte Fangergebnis. Mit Stellwänden wurden 80%, mit der Manningfalle 40%, mit der Harris-Falle 15% und mit der Manitobafalle nur 10% der Tabaniden gefangen. Nach BAUER und WETZEL (1974) betrugen die Werte für Stellwände 50%, für die Manningfalle 30%, die Harris-Falle 15% sowie für die Manitobafalle 5% der gefangenen Tabaniden.

6. Haltung, Fütterung und Zucht von Tabaniden sowie
Durchführung von Übertragungsversuchen

MITZMAIN (1913a, 1914) beschrieb die Haltung, Zucht und Fütterung von Tabaniden der Spezies *Tab. striatus* unter experimentellen Bedingungen. Zur Züchtung *T. evansi*-freier Bremsen für Übertragungsversuche hielt er Wildfänge von Tabaniden zusammen mit Büffeln in offenen, fliegensicheren, mit Pflanzen und einem Wasserbehälter ausgestatteten Stallungen. Die Eiablage der Bremsen erfolgte nach der Blutmahlzeit bevorzugt an Holzpartikeln. Durch diese Zuchtmethode stand dem Autor nach Abschluß der Metamorphose eine große Anzahl "laborgezüchteter" Tabaniden zur Verfügung.

Zur Durchführung von Übertragungsversuchen verbrachte der Verfasser die Bremsen einzeln in weithalsige Glasröhrchen, deren Öffnung auf die Haut der Versuchstiere, an denen die Fliegen Blut saugen sollten, gepreßt wurde. Bei Versuchen mit langen Intervallzeiten hielt MITZMAIN (1914) die Tabaniden nach Unterbrechung des Saugaktes bei 21-25°C. Zur Simulierung einer naturgetreuen Übertragung setzte der Autor in fliegensicheren Stallungen infizierte und trypanosomenfreie Büffel mehrere Tage lang einer großen Anzahl adulter Bremsen aus.

NIESCHULZ (1930) verwendete zur Aufbewahrung der frisch gefangenen Tabaniden gazebespannte "Vorratskäfige" mit den Maßen 50x30x70 cm. Für die Versuche benutzte er kleinere, ebenfalls mit Gaze bespannte Behälter mit einer Kantenlänge von 15x15x20 cm.

Zur Gewährleistung einer ausreichend hohen Luftfeuchtigkeit im Käfiginneren befeuchtete der Verfasser die Gaze mit Wasser oder "schwacher" Zuckerlösung bzw. legte flüssigkeitsgetränkte Watte auf die Oberseite der Behälter. Wildfänge von Tabaniden lebten auf diese Weise in den kleinen Käfigen bis zu 3 Monaten.

Nach den Erfahrungen des Autors hatte das im engen Käfig häufig vorkommende Abbrechen der Flügel keinen nachweisbar - schädigenden Einfluß auf die Stechlust der Tabaniden. Die Bremsen nahmen ausschließlich bei hellem Tageslicht Blut auf. Da im allgemeinen nur eine begrenzte Anzahl der Tabaniden zur Blutaufnahme bereit war, besetzte NIESCHULZ (1930) die Käfige mit einer "größeren Anzahl" Fliegen. Sobald die saugbereiten Bremsen mit der Blutaufnahme begannen, entfernte er die restlichen Fliegen. Nach Ansicht des Verfassers wird der Saugakt der Tabaniden reflektorisch durch das leichte Aufstoßen des Käfigs auf den Rücken der Versuchstiere ausgelöst. Im weiteren Verlauf der Arbeiten setzte der Autor Vertreter der großen und kräftigen Bremsenarten auch manuell an. Die Unterbrechung des Saugaktes erfolgte durch das manuelle Umsetzen der Bremsen. Für kleinere Arten, wie *Tab. ceylonicus*, *Tab. minimus*, *Chrysops* spp. und *Haematopota* spp., war diese Methode nicht geeignet.

Für Einzeluntersuchungen sowie Versuche mit kleinen Versuchstieren wurden Bremsen auch in kleinen Glasbehältern gehalten. Ebenso wie MITZMAIN (1913b, 1914) verwendete NIESCHULZ (1930) für Großversuche fliegensichere Stallungen, die genügend Raum für mehrere Pferde und Betreuungspersonal boten.

WYNINGER (1953, 1974) gibt Anweisungen zur Haltung und Fütterung von Wildfängen der Arten *Tab. bromius*, *Tab. glaucopis*, *Tab. bovinus*, *Tab. sudeticus* und *Haematopota pluvialis*, die er entweder in Gruppen zu 15-20 Weibchen in gazebespannten Drahtgestellen (15x10x5 cm bzw. 15x7,5x5 cm; Maschenweite 2,5 mm) oder in 3x2x2 m großen Flugkäfigen hielt. Zur Fütterung wurden die kleineren Behälter an Bauch oder Rücken von Pferden und Rindern festgeschnallt. Die Blutaufnahme der Fliegen konnte durch Infrarot-Bestrahlung angeregt werden. Die Blutmahlzeit war nach 3-4 Minuten beendet, das Abdomen prall gefüllt und die Intersegmentalhäute vollständig gedehnt.

Zusätzlich erhielten die Tabaniden 2mal täglich eine 5%ige Zuckerlösung, die auf einen Wattebausch auf der Käfigoberseite getropft wurde. Als optimale Werte zur Erhaltung von Bremsen stellte der Autor eine Temperatur von 26°C und 90%ige relative Luftfeuchtigkeit fest. Zur Eiablage lag das Optimum bei einer Raumtemperatur von 28-31°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85-95%. Zur Aufrechterhaltung dieser Umweltbedingungen entwickelte er die sog. "Beckenmethode". Dabei stehen die Gazeekäfige 3-5 mm hoch in einer Plastik- oder Metallwanne über einer 3-5 cm starken Schicht nasser Erde und werden aus 70-80 cm Höhe mit einer Infrarot-Lampe bestrahlt. Bei dieser Haltungsart betrug die durchschnittliche Lebensdauer von *Tab. bromius* und *Tab. glaucopsis* 8,5 bzw. 7,5 Tage, von *Tab. bovinus* 6,5 Tage und von *Haematopota pluvialis* 5,5 Tage.

McCLAIN et al. (1975) benutzten zur Haltung und Fütterung von *Hybomitra lasiophthalma*, *Tab. quinquevittatus* und *Tab. sulcifrons* Plastikzylinder (Durchmesser und Höhe 8 cm), deren Boden und Deckel durch ein Nylonnetz ersetzt waren. Sie wurden zur Blutaufnahme an Pferden befestigt. Die Aufbewahrung der Bremsen, die zusätzlich 10%ige Zuckerlösung erhielten, erfolgte bei 18°C. Nach MAGNARELLI und ANDERSON (1979) lebten mit 10%iger Zuckerlösung gefütterte Tabanidenweibchen der Spezies *Chrysops atlanticus*, die vor dem Fang bereits eine Blutmahlzeit aufgenommen hatten, 20 Tage länger als solche, die ausschließlich Wasser (*Aqua dest.*) erhielten. THOMPSON und KRAUTER (1978) fütterten frischgefangene Tabaniden täglich mit in Hammeldarm abgefülltem, angewärmten Rinder-Citrat-Blut und einer 10%igen Zuckerlösung. Dabei nahmen 27,3% von *Tab. nigrovittatus* und 39,6% von *Tab. lineola* var. *hinellus* Blut auf. Die Haltung im Labor erfolgte bei einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 24°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65%. Die Überlebenszeit betrug für *Tab. nigrovittatus* 50 Tage, für *Tab. lineola* var. *hinellus* 30 Tage und für *Tab. acutus* 49 Tage.

STOFFOLANO (1979) verglich verschiedene Methoden der Blutfütterung bei unterschiedlicher Haltung von *Tab. nigrovittatus*. Die Haltung der Fliegen erfolgte bei einer Temperatur von 25-27°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50-60% entweder in Gruppen zu 25 Weibchen in gazebespannten Metallkäfigen (24x24x45 cm; Maschenweite 1 mm) oder in Einzelbehältern (35- bzw. 450 ml-Plastikbecher). Zur Fütterung verwendete der Autor erwärmtes Rinder-Citrat-Blut, das den Tabanidengruppen mittels blutgetränkter Gazetampons oder in Parafilmkissen angeboten wurde. Die umfangreichste Blutmahlzeit nahmen die Tabaniden vom Gazetampon, eine geringere Menge Blut vom Parafilmkissen auf. Bei der Einzelhaltung zeigte sich, daß die Tiere weniger Blut vom Gazetampon aufnahmen als bei Gruppenhaltung.

7. Bedeutung von Reduviiden als Überträger und

Zwischenwirte von *Trypanosoma cruzi*, *Trypanosoma rangeli* und *Trypanosoma conorhini*

Während die Mehrzahl der pathogenen Trypanosomenarten durch den Stich blutsaugender Dipteren, entweder zyklisch durch *Glossina* spp. oder azyklisch-mechanisch hauptsächlich durch Tabaniden und Stomoxiden, übertragen wird, erfolgt die Verbreitung von *T. cruzi* und *T. conorhini* zyklisch-kontaminativ, von *T. rangeli* zyklisch-inokulativ durch Raubwanzen.

T. cruzi, innerhalb der *Stercoraria* dem Subgenus *Schizotrypanum* zugehörend, ist der Erreger der Chagas-Krankheit des Menschen. Diese parasitäre Zooanthroponose¹ ist in Mexiko, Mittel- und Südamerika endemisch. Nach einem Bericht der WHO waren im Jahre 1960 über 7 Millionen Menschen mit *T. cruzi* infiziert, nach heutigen Schätzungen sind etwa 25 Millionen Menschen Träger des Parasiten. Annähernd 35 Millionen Menschen sind in der Neuen Welt dem Risiko einer *T. cruzi*-Infektion ausgesetzt (WHO, 1960; HORNBOSTEL et al., 1985).

Bei der Chagas-Krankheit des Menschen sind die akute und chronische Verlaufsform sowie die sog. "Chagas-Leiden" voneinander zu unterscheiden. Nach NAUCK (1975) und HORNBOSTEL et al. (1985) treten die akuten Formen überwiegend bei Kindern, die subakute und chronische Erkrankung vor allem bei Jugendlichen und Erwachsenen auf. Nach einer Inkubationszeit von 5-10 Tagen entwickelt sich an der Eintrittsstelle des Erregers eine leicht schmerzhaft entzündlich-ödematöse Lokalreaktion, das sog. "Inokulations-Chagom", das, sofern die Augenbindehaut die Eintrittspforte für den Erreger darstellte, auch als "Romaña-Zeichen" bekannt ist. Unter Einbeziehung der regionalen Lymphknoten entsteht ein Primärkomplex. Während die Primärläsion innerhalb von 4-6 Wochen abheilt, kommt es zur hämatogenen Generalisation der Trypanosomen und zum Auftreten von Allgemeinsymptomen wie Fieber zwischen 39 und 40°C, Herzvergrößerung mit abgeschwächten Herztönen, Tachykardie und Reizleitungsstörungen, Lymphknoten-, Leber- und Milzschwellung sowie subkutanen Ödemen. Das Blutbild zeigt mäßige Lymphomonozytose, Hypalbuminämie und Hyperglobulinämie, die Parasitämie ist unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Dauer der akuten Erkrankung schwankt zwischen 6 Wochen und 3 Monaten. Sie endet nur selten tödlich; in der Mehrzahl der Fälle geht die akute Erkrankung in ein chronisches, scheinbar asymptomatisches Stadium über, das mehrere Jahre andauern kann. Die Trypanosomen sind dann nur noch selten, u.U. durch Spezialverfahren wie Xenodiagnose, Tierversuch oder Blutkultur, nachweisbar.

Nach NAUCK (1975) sowie HORNBOSTEL et al. (1985) sind die "Chagas-Leiden" Neuropathien, die im akuten Stadium der Erkrankung durch Zerstörung von Ganglienzellen des peripheren und zentralen Nervensystems entstehen. Die Denervierung der betroffenen Organe verursacht Funktionsstörungen und Dilatation. Am häufigsten entsteht eine Kardiopathie, die in Form von Herzrhythmusstörungen, Bradykardie und starker Herzdilatation in Erscheinung tritt und bei 60-70% der Herzkranken

zum plötzlichen Tod durch Herzstillstand führt. Am Verdauungstrakt verursacht die numerische Reduktion der Ganglienzellen Störungen der Peristaltik und in geographisch unterschiedlicher Häufigkeit die Ausbildung eines Megaösophagus, eine Magenerweiterung oder ein Megakolon. Der Befall des ZNS hat neurologische Ausfallerscheinungen wie Diplegien und Ataxien, sehr häufig auch psychische Störungen zur Folge. Der Verlauf der Chagas-Leiden hängt von den auftretenden Komplikationen ab.

Die Übertragung von *T. cruzi* erfolgt durch Raubwanzen der Familie Reduviidae, Unterfamilie Triatominae. Das auf die westliche Hemisphäre und den Orient beschränkte Verbreitungsgebiet der Reduviiden erstreckt sich auf dem amerikanischen Kontinent von Texas bis nach Argentinien, es umfaßt sowohl tropische als auch subtropische Klimazonen und reicht bis in Höhen von 4000 m über NN (*Triatoma infestans*). *Triatoma rubrofasciata* bevölkert daneben die paläarktische und äthiopische Region und den äußersten Nordwesten Australiens (DIAS, 1956a, LENT und WYGODZINSKY, 1979).

T. cruzi wurde aus 53 natürlich infizierten Wanzenarten isoliert, 12 Spezies sind von epidemiologischer Bedeutung. Als Hauptüberträger des Parasiten gelten *Rhodnius prolixus*, *Triatoma infestans* und *Panstrongylus megistus* (ZELEDON, 1974, DIAS, 1956a). Während *Triatoma infestans* und *Rhodnius prolixus* weitgehend an das Zusammenleben mit dem Menschen angepaßt sind, ist der relativ niedrige Anpassungsgrad von *Panstrongylus megistus* auf die ausgeprägte Abhängigkeit dieser Wanzenart von der relativen Luftfeuchtigkeit, mindestens 60% bei 21-28°C, zurückzuführen (ZELEDON, 1974). Die *T. cruzi*-Infektion des Menschen ist vor allem in den ländlichen Gebieten Südamerikas verbreitet. Dort finden die Überträger in den primitiven Adobe- oder Lehmhütten der Bevölkerung geeignete Nistmöglichkeiten und Schlupfwinkel, wie beispielsweise

in Wandritzen sowie unter den palm- oder strohgedeckten Dächern. Nach ZELEDON et al. (1973) graben sich Nymphen von *Triatoma dimidiata* in Costa Rica häufig auch in den Lehmboden der Hütten ein. Aus ihren Verstecken heraus befallen die Wanzen nachts die Bewohner und Haustiere wie Hunde, Katzen, Meer-schweinchen und Ratten. Diese in der näheren Umgebung des Menschen lebenden Säugetiere bilden ein epidemiologisch bedeut-sames Reservoir für *T. cruzi* (ZELEDON, 1974, LENT und WYGOD-ZINSKY, 1979). Darüber hinaus umfaßt das Wirtsspektrum der Triatomen über 150 Säugerspezies der Ordnungen Marsupialia, Chiroptera, Rodentia, Lagomorpha, Edentata, Carnivora und Primates, die ebenfalls als Reservoirwirte von *T. cruzi* bekannt sind. Eine bedeutende Rolle spielt hierbei das auf dem ameri-kanischen Kontinent weit verbreitete Opossum (*Didelphis spp.*) durch seine langanhaltende Parasitämie (nach ZELEDON et al., 1970 über 2 Jahre) und seine enge Koexistenz mit verschiedenen Wanzenarten. Auch Gürteltiere sind in manchen Gebieten als Reservoir von *T. cruzi* von erheblicher Bedeutung (ZELEDON, 1974).

Die Infektion des Menschen mit *T. cruzi* erfolgt überwiegend durch den in der Umgebung der Stichstelle abgesetzten meta-trypanosomenhaltigen Wanzenkot, der durch Kratzen in die Stichwunde oder andere Mikroläsionen der Haut oder in die Schleimhäute eingerieben wird (ZELEDON, 1974; HORNBOSTEL et al., 1985). ROMANA (1963) führte die menschliche Erkrankung in über 90% der Fälle auf konjunktivale Kontamination, in nur 3% der Erkrankungen auf percutane Infektion zurück. Dar-über hinaus ist eine diaplazentare Infektion des Fetus mög-lich. In endemischen Gebieten stellt auch die Übertragung des Parasiten durch Bluttransfusionen ein bedeutendes Problem dar (HORNBOSTEL et al., 1985).

Im Gegensatz dazu findet die Infektion von Hunden, Katzen, Nagern und anderen Säugetierwirten überwiegend peroral statt.

PHILLIPS (1958) gelang die Übertragung durch Verfütterung infizierter Triatomen an Mäuse, die zu 50% an der Parasitose erkrankten. RYCKMAN und OLSEN (1965) betrachteten die alimentäre Infektion als natürlichen Übertragungsmodus bei nord-amerikanischen Waldratten (*Neotoma* spp.), während DIAZ-UNGRIA (1966) in seinen Versuchen die Übertragung der Trypanosomen durch Verfütterung infizierter Wanzen der Spezies *Rhodnius prolixus* an Mäuse, Ratten, Meerschweinchen und Hunde nachwies. Die Trypanosomen passierten den Magen und erschienen im Darm, penetrierten die Darmwand und gelangten in die Leber, von dort aus verteilten sie sich in der Muskulatur, vor allem im Herzmuskel. Nach ZELEDON (1974) scheint die *T. cruzi*-Infektion auch bei Ratten und Opossums (*Didelphis* spp.) peroral zu erfolgen, darüber hinaus möglicherweise auch durch Lecken des mit infiziertem Wanzenkot beschmutzten Felles.

Bei der Übertragung durch den Kot der Wanzen ist das Intervall zwischen Beendigung der Blutmahlzeit und Defäkation von entscheidender Bedeutung, da die vollgesaugten Wanzen ihren Wirt in der Regel schnell verlassen und eine fäkale Kontamination daher nur innerhalb eines begrenzten Zeitraumes möglich ist. Die speziesabhängig unterschiedliche Defäkationshäufigkeit verschiedener Wanzenarten innerhalb weniger Minuten nach Beendigung des Saugaktes beschreiben WOOD (1951), DIAS (1956b), PIPPIN (1970) sowie ZELEDON et al. (1977). In diesen Untersuchungen erwies sich *Rhodnius prolixus* aufgrund des schnellen und häufigen Kotabsatzes als wirksamer Überträger.

Nach dem Eindringen der metazyklischen Form von *T. cruzi* in die Haut oder Schleimhäute eines Säugers vermehren sich die Trypanosomen an der Eintrittspforte zunächst intrazellulär in den Zellen des RES (DIAS, 1934; HOARE, 1972). Etwa 1-2 Wochen p.i. erscheinen die ersten trypomastigoten Stadien im Blut der Säugetiere (MANSON-BAHR und APTED, 1982). HOARE (1972)

unterscheidet zwei unterschiedliche trypomastigote Blutformen, zum einen sich schnell bewegend schlanke Trypanosomen mit länglichem Kern und subterminal gelegenen Kinetoplasten, zum anderen breitere Trypanosomen mit rundlich-ovalem Kern und terminal gelegenen Kinetoplasten sowie deutlich langsameren Bewegungen. Charakteristisch für *T. cruzi* sind die "S"- oder "C"-förmig gebogene Gestalt der Blutformen und ihr großer Kinetoplast (Durchmesser 1,2 μm), der das Hinterende der Zelle nach außen ausbuchtet. Die undulierende Membran ist mit 2-3 Windungen nur schwach ausgeprägt. Die Länge der Trypanosomen variiert je nach Stamm beträchtlich, sie beträgt etwa 16-22 μm . Die Vermehrung von *T. cruzi* erfolgt nach Eindringen der trypomastigoten Stadien in eine Körperzelle und Umwandlung zur amastigoten Form. Abhängig vom Histotropismus der Trypanosomenstämme werden bevorzugt die Zellen des RES, der Herz- oder Skelettmuskulatur, des Nervensystems, der Leber oder endokriner Organe befallen. In der Zelle findet die binäre Teilung der amastigoten Stadien statt bis nach etwa 5 Tagen der gesamte Zelleib mit Trypanosomen gefüllt ist und sich zur sog. Pseudozyste umgewandelt hat. Mit fortschreitender Vermehrung der Trypanosomen in der Zelle entstehen neben amastigoten auch epi- und trypomastigote Formen, die nach dem Platzen der Pseudozyste in die Blutbahn übertreten und weitere Zellen befallen (HOARE, 1972; MANSON-BAHR und APTED; 1982; HORNBOSTEL et al., 1985).

Die Infektion der Raubwanzen erfolgt durch Aufnahme trypanosomenhaltigen Blutes. DA SILVA (1959), BRENER (1971) und ZELEDON (1974) sprachen dem Blutpolymorphismus von *T. cruzi* eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Trypanosomen in der Wanze zu. Ihrer Ansicht nach kommt es nur durch die plumpen Blutformen zur Infektion der Triatomen. Nach BRACK (1968) enthält der Vorderdarm der Wanzen, die Autorin untersuchte den Entwicklungszyklus von *T. cruzi* bei *Rhodnius prolixus*, wenige Stunden nach der Blutmahlzeit am Trypanosomenträger

zunächst epimastigote, später amastigote und sog. "sphaeromastigote" begeißelte Rundformen. Diese treten in den Mitteldarm über, in dem nach ca. 24 Stunden epimastigote Stadien unterschiedlicher Größe nachzuweisen sind. Während die langen epimastigoten Formen keine Vermehrung zeigen, erfolgen bei mittleren und kurzen Epimastigoten Zwei- und Mehrfachteilungen mit Rosettenbildung. Ab dem 5. Tag p.i. befinden sich in der Rektalampulle kurze und lange epimastigote sowie sphaeromastigote Formen, ab dem 7.-8. Tag p.i. treten trypomastigote Stadien auf. Die kurzen Epimastigoten können sich zu Sphaeromastigoten zurückbilden und sind dann wieder Ausgangspunkt für trypo- und epimastigote Flagellaten. BRACK (1968) unterschied zwei Entwicklungsformen in der Raubwanze:

1. Entsprechend der ursprünglichen Entwicklungsfolge des Insektenflagellaten (z.B. Gattung Crithidia) von der amastigoten zur sphaeromastigoten, weiter zur epimastigoten, sich vermehrenden Form und zurück über die sphaeromastigote zur amastigoten Form. 2. Als Anpassung an das Leben im Warmblüter Entwicklung der amastigoten über die sphaeromastigote zur trypomastigoten, infektiösfähigen Form.

Die gesamte Entwicklung von *T. cruzi* in der Raubwanze dauert, abhängig vom Insektenstadium, 6-15 Tage. Die Infektion der Wanze persistiert während des gesamten Lebens der Insekten (MANSON-BAHR und APTED, 1975), ihre Infektionsrate wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst.

Die Empfänglichkeit der Triatomen für die *T. cruzi*-Infektion ist abhängig von der Wanzenspezies (PHILLIPS und BERTRAM, 1967; MILES et al., 1975), dem Entwicklungsstadium der Wanzen (REICHENOW, 1934; PHILLIPS und BERTRAM, 1967; FISTEIN et al., 1973), dem Parasitämiegrad des Wirtes (DIAS und CHANDLER, 1949; HOARE, 1972; FISTEIN und CHOWDHURY, 1969) sowie dem jeweiligen *T. cruzi*-Stamm (RYCKMAN, 1965; ZELEDON et al., unveröffentlicht, in ZELEDON, 1974).

Der Infektionsgrad der Wanzen wird darüber hinaus beeinflusst durch die Umgebungstemperatur (WOOD, 1954; PHILLIPS, 1960) sowie die Länge des Intervalles zwischen der Blutaufnahme am infizierten Blutspender und der Übertragung der Parasiten auf einen späteren Wirt (FISTEIN et al., 1973).

Die Aufrechterhaltung und Verbreitung der *T. cruzi*-Infektion innerhalb einer Wanzenpopulation führten verschiedene Autoren, zumindest teilweise, auf Koprophagie und/oder Kannibalismus zurück. Koprophagie, bislang nur bei *Rhodnius prolixus* bekannt, stellt nach ZELEDON (1974) eine unübliche Verhaltensweise der Wanzen dar. PHILLIPS (1960) beobachtete Koprophagie selbst nach langen Hungerperioden nur bei einem geringen Prozentsatz der *Rhodnius prolixus*-Larven und sprach ihr ebenso wie MARINKELLE (1965) keine Bedeutung für die Infektionsausbreitung zu. Kannibalismus, d.h. Saugen hungriger Wanzen aus dem Abdomen vollgesaugter Artgenossen, wurde bei verschiedenen Wanzenarten beschrieben (BRUMPT, 1914; TORRES, 1915; RYCKMAN, 1951). Nach PHILLIPS (1960) überschneiden sich hierbei zwei Vorgänge, zum einen der sog. "spontane Kannibalismus", der ein modifiziertes räuberisches Verhalten darstellt, zum anderen die "indirekte Haematophagie" oder "Haematoklepsie", die der Autor nur unter Laborbedingungen, wie beispielsweise starker Überbevölkerung der Wanzenkolonien, beobachten konnte. PHILLIPS (1960) wie auch MARINKELLE (1965) schrieben dem Kannibalismus keine Bedeutung für die Infektionsausbreitung unter natürlichen Verhältnissen zu.

T. rangeli, ein für den Menschen apathogenes Trypanosom, ist aufgrund der Verwechslungsmöglichkeit mit *T. cruzi* von medizinischer Bedeutung. Beide Trypanosomen werden durch Triatomen übertragen und besitzen die gleichen Reservoirwirte (HOARE, 1972).

Die Infektionsrate von *Rhodnius prolixus* in Kolumbien betrug nach D'ALESSANDRO und MANDEL (1969) 8,2%, nach MARINKELLE (1968) waren 24% der gesund wirkenden und 46% der Wanzen mit anormalem Verhalten mit *T. rangeli* infiziert. In Panama wiesen nach PIPKIN (1968) durchschnittlich 4% der dort heimischen Wanzenarten *Rhodnius pallescens*, *Triatoma dimidiata*, *Panstrongylus geniculatus* und *Eratyrus cuspidatus* eine *T. rangeli*-Infektion auf.

Nach Aufnahme infizierten Blutes durch die Wanzen vermehren sich epimastigote Stadien von *T. rangeli* zunächst im Darmtrakt der Triatomen, später auch im Haemocoel. Nach 10-15 Tagen erreichen die Trypanosomen die Speicheldrüsen der Wanzen, in denen die Umformung zum trypomastigoten, metazyklischen Stadium erfolgt. Nach Erstinfektion ist die Übertragung der Trypanosomen auf Menschen durch den Stich der Wanze frühestens nach 1 Monat möglich. Durch Wanzenpassagen erhöht sich die Infektiosität für die Speicheldrüsen, die bei männlichen adulten Wanzen häufiger befallen werden als bei weiblichen (GROOT, 1952; GREWAL, 1957; TOBIE, 1961, 1964, 1965). Im Gegensatz zu *T. cruzi* ist *T. rangeli* für Wanzen pathogen. Nach GREWAL (1956, 1957) verhindert eine Infektion der Haemolympe durch Reduktion der Aminosäurekonzentration die Häutung von *Rhodnius prolixus*-Larven, wobei die Pathogenität in den ersten Larvenstadien besonders stark ausgeprägt ist. Abhängig vom Infektionsgrad der Haemolympe erhöht sich die Mortalität der Triatomen.

Eine Übertragung der Trypanosomen durch die Faeces natürlich infizierter Triatomen ist nach HERBIG-SANDREUTER (1955) und REICHENOW (1957) unwahrscheinlich, da nur sehr wenige metazyklische Formen mit dem Wanzenkot ausgeschieden werden.

Triatoma rubrofasciata stellt in weiten Teilen der Alten und Neuen Welt den Zwischenwirt und Vektor von *T. conorhini*,

einer Trypanosomenart der Ratte, dar. Die Isolierung dieser Trypanosomen aus dem Darmtrakt von *Triatoma rubrofasciata* wurde u.a. aus Indien (DONOVAN, 1909; SHORTT und SWAMINATH, 1928), Taiwan (MORISHITA, 1935), Hawaii (WOOD, 1946), Indonesien (WEINMANN und WIRATMADJA, 1969; HOARE, 1969), Französisch-Guayana und Guadeloupe (FLOCH, 1952; FLOCH und ABONNENC, 1949; LANGUILLON, 1951), Brasilien (DIAS und CAMPOS SEABRA, 1943; DEANE, 1947) sowie von Mauritius und Réunion (LAFONT, 1912a,b) berichtet. Da *Triatoma rubrofasciata* in den Tropen und Subtropen kosmopolitisch verbreitet ist, ist die *T. conorhini*-Infektion der Wanzen darüber hinaus auch in anderen Gebieten zu erwarten (DIAS und CAMPOS SEABRA, 1943).

Nach MORISHITA (1935) befinden sich die Trypanosomen ausschließlich im Verdauungstrakt der Wanzen, ihre Entwicklung findet im Darmlumen statt. Nach Aufnahme infizierten Blutes durch die Triatomen erfolgt die Umwandlung der trypomastigoten Blutformen über epimastigote, amastigote und sog. "transitionelle" Stadien zur metazyklischen Form, die frühestens 5 Tage p.i. im Mitteldarm nachweisbar ist. Nach Ansicht des Verfassers ist die Infektionsrate der Wanzen nur vom Parasitämiegrad des Säugetierwirtes abhängig.

Die Übertragung der Trypanosomen auf Ratten erfolgt peroral, indem die Nager die infizierten Wanzen aufnehmen (BONNE und MOOY, 1937). Xenodiagnostisch positiv erwiesen sich Ratten (*Rattus rattus diardi*) in Java und Singapur (BONNE, 1937; BONNE und MOOY, 1937; LAIRD, 1966) sowie in Brasilien (*Rattus rattus alexandrinus*) (DEANE, 1947). Die Übertragung der Trypanosomen innerhalb einer Wanzenpopulation findet nach MORISHITA (1935) durch Kannibalismus und fäkale Kontamination statt.

Experimentell wurde *T. conorhini* darüber hinaus erfolgreich auf Mäuse, Meerschweinchen und Rhesusaffen übertragen (LAFONT, 1912a,b; SHORTT und SWAMINATH, 1928; MORISHITA, 1935; DIAS und CAMPOS SEABRA, 1943).

8. Biologie der Reduviiden

Reduviiden sind paurometabole Insekten, die als adulte Wanzen Flügel tragen (DIAS, 1956a). Die Kopulation erfolgt bei *Triatoma infestans*-Weibchen 1-3 Tage, bei -Männchen 5-9 Tage nach der Häutung zur adulten Wanze in der Regel nach der ersten Blutmahlzeit der Imagines und dauert etwa 10 Minuten. Die mit der Spermatophore an das Weibchen übergebenen Spermatozoen reichen theoretisch aus, alle während des Lebens der Insekten produzierten Eier zu befruchten. Die Paarungshäufigkeit der Triatomen unter natürlichen Verhältnissen ist unbekannt, es wurde jedoch unter Laborbedingungen nachgewiesen, daß eine mehrmalige Paarung die Fruchtbarkeit der Weibchen nicht wesentlich steigert (SCHOFIELD, 1979; SZUMLEWICZ, 1976).

10-30 Tage nach der Insemination beginnt die Eiablage, die sich über mehrere Monate erstrecken kann und einem artabhängigen Tageszyklus unterliegt (LENT und WYGODZINSKY, 1979). Nach WIESINGER (1956) ist sie bei *Triatoma infestans* mit Perioden hoher lokomotorischer Aktivität verbunden. Die Zahl der pro Tag bzw. während des gesamten Lebens der Wanzen abgelegten Eier variiert nach Spezies und ist abhängig von äußeren Einflüssen, wie Verfügbarkeit von Nahrung, Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Die Gesamtzahl der von einem Weibchen produzierten Eier beträgt bei *Rhodnius prolixus* und *Triatoma infestans* ca. 300, bei *Dipetalogaster maximus* ca. 400 (ZELEDON, 1974; URIBE, 1926; LENT und WYGODZINSKY, 1979; RYCKMAN und RYCKMAN, 1967).

Die Eier der meisten *Triatoma*-Arten werden lose abgelegt, während *Rhodnius* spp. ihre Eier bevorzugt in kleine Öffnungen und Spalten des Untergrunds kleben (LENT und WYGODZINSKY, 1979; SCHOFIELD, 1979). 10-30 Tage nach der Eiablage schlüpfen die zunächst rosa gefärbten Larven des 1. Stadiums, deren weiche Cuticula schnell erhärtet und bei *Rhodnius prolixus* innerhalb von 15-30 Minuten eine braune Farbe annimmt (RABI-

NOVICH, 1972; RYCKMAN und RYCKMAN, 1967; LENT und WYGODZINSKY, 1979). Die erste Blutaufnahme erfolgt bei *Triatoma infestans* überwiegend am 3. Tag, bei *Rhodnius prolixus* frühestens am 3., meist am 4.-6. Tag nach dem Schlupf (PERLOWAGORA-SZUMLEWICZ, 1973; URIBE, 1926).

Die Metamorphose der Triatomen umfaßt 5 Larvenstadien, das letzte, auch Nymphe genannt, häutet sich infolge begrenzter Blutaufnahmekapazität bei den meisten Arten erst nach zwei oder mehr Blutmahlzeiten zur adulten Wanze. Larven des 1.-5. Stadiums von *Triatoma infestans* können bis zum 5-6fachen ihres Körpergewichtes an Blut aufnehmen, *Rhodnius prolixus*-Larven bis zum 9-12fachen (FRIEND et al., 1965; GOODCHILD, 1955; PERLOWAGORA-SZUMLEWICZ, 1973). Alle Stadien von *Rhodnius prolixus* häuten sich normal, wenn sie mindestens 50% der maximal aufnehmbaren Blutmenge erhalten haben. Mehrere kleine Mahlzeiten führen ebenfalls zur Häutung, so daß nach FRIEND et al. (1965) davon ausgegangen werden kann, daß das zur Häutung benötigte Hormon bei jeder Mahlzeit synthetisiert wird, akkumuliert und nach Erreichen eines bestimmten Schwellenwertes die Ekdysis auslöst.

Die Blutaufnahme der adulten Wanzen beträgt bei *Triatoma infestans* etwas das 1-2fache, bei *Rhodnius prolixus* das 2-3fache, bei *Dipetalogaster maximus*, dessen Abdomen durch Falten an den Lateralseiten des Connexivums außerordentlich dehnbar ist, bis zum 6fachen des Körpergewichtes (RYCKMAN und RYCKMAN, 1967; FRIEND et al., 1965; PERLOWAGORA-SZUMLEWICZ, 1973).

Die Mehrzahl der Triatomaspezies besitzen, besonders für tropische Verhältnisse, einen relativ lang dauernden Entwicklungszyklus von ca. 300 Tagen. Manche Wanzenarten, wie beispielsweise *Rhodnius prolixus*, entwickeln sich dagegen in 90-100 Tagen vom Ei zur adulten Wanze (LENT und WYGODZINSKY, 1979). Nach ZELEDON (1974) sind unter natürlichen Bedingungen ein

Mangel an Aggressivität sowie monatelange Widerstandsfähigkeit gegen Hunger für lange Entwicklungszeiten verantwortlich. So können z.B. *Dipetalogaster maximus*-Larven des 1. Stadiums bis zu 8 Monate ohne Nahrung überleben (RYCKMAN und RYCKMAN, 1967).

Im Labor ermittelte Entwicklungszeiten sind nur unter Berücksichtigung der Spezies sowie von Umweltfaktoren wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Wirtstierart und Fütterungsintervallen vergleichbar (LENT und WYGODZINSKY, 1979).

9. Haltung, Fütterung und Zucht von Reduviiden sowie Durchführung von Übertragungsversuchen

Aufgrund des hohen Anpassungsvermögens der Triatomen sind ihre Zucht und Haltung im Labor unproblematisch und in verschiedenen Glas-, Metall- oder Plastikbehältern durchführbar, deren Größe nach Art, Entwicklungsstadium und Anzahl der Wanzen sowie der Fütterungstechnik variiert (LENT und WYGODZINSKY, 1979).

Filterpapier am Boden der Gefäße dient zum Aufsaugen überflüssiger Feuchtigkeit, ziehharmonikaartig gefaltete und aufrechtgestellte Filterpapierstreifen als Versteck und Ruheplätze und zum Aufsuchen des Wirtstieres. Der Verschluss der Behälter besteht aus einem Nylon-, Plastik- oder GazeNetz, das durch seine geringe Maschenweite sowohl die Eiablage auf der Außenseite als auch das Entkommen kleiner Larven verhindert. Die Wanzen tolerieren auch beträchtliche Übervölkerung der Behälter, solange ihre Temperatur-, Feuchtigkeits- und Nahrungsansprüche erfüllt sind (LENT und WYGODZINSKY, 1979; WOOD, 1964; RYCKMAN, 1952). Nach WIESINGER (1956) ist die Beschaffenheit des Untergrundes nur insofern von Bedeutung, als sie das natürliche Kontaktbedürfnis der Wanzen, ihre positive Thigmotaxis, unterstützt. Die Insekten bevorzugen

trockenen vor feuchtem Boden und vermeiden den Kontakt mit Wasser. Die Luftfeuchtigkeit erwies sich als unbedeutend für die Wahl des Aufenthaltsortes. Als Optimaltemperatur für die Haltung und Zucht der Triatomen gelten 27-28°C, höhere Temperaturen beschleunigen die Entwicklung, Temperaturen über 37°C und unter 10°C sind für die Mehrzahl der Arten tödlich. Die Feuchtigkeitsbedürfnisse variieren, das Optimum liegt für die meisten Arten zwischen 70 und 80% (LENT und WYDGODZINSKY; 1979).

Die Fütterung der Raubwanzen kann aufgrund ihrer hohen Anpassungsfähigkeit an verschiedenartigen Wirtstieren, wie beispielsweise Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, Mäusen, Hühnern, Schafen, Rindern sowie Hunden oder in unterschiedlich konstruierten Fütterungsapparaten durch biologische und künstliche Membranen erfolgen.

Einer gleichmäßigen Vermehrungsrate dient die Fütterung der Triatomen im Abstand von 10 Tagen (RYCKMAN, 1952), häufiger wurden jedoch Fütterungsintervalle zwischen 2 und 5 Wochen gewählt (FRIEND et al., 1965; ZELEDON et al., 1977; WIESINGER, 1956). Die gleichzeitige Fütterung einer größeren Anzahl Wanzen an lebenden, immobilisierten Blutspendern ist entweder durch Einsetzen kleiner Wirtstiere in die Zucht- bzw. Haltegefäße der Wanzen oder durch Fütterung der Insekten durch einen doppelten Boden, beispielsweise ein Drahtgitter, möglich (RYCKMAN, 1952). PHILLIPS (1960) fütterte bei minimalem Zeit- und Arbeitsaufwand bis zu 150 adulte Wanzen pro Woche, indem er die Ohren von Kaninchen durch eine Öffnung im Metalldeckel der Zuchtgefäße einführte und befestigte. Bei der Fütterungstechnik nach RYCKMAN (1952) befindet sich ein immobilisiertes Kaninchen auf der Oberseite eines einseitig geöffneten Kastens, dessen Deckfläche mit einer runden Öffnung versehen ist. Die Haltegefäße der Triatomen werden in den Kasten direkt unter die Öffnung der Kastenoberseite

gebracht, so daß die Wanzen durch den Gazeverschluß der Behälter am Blutspender saugen können. Diese Fütterungsmethode bot nach Ansicht des Verfassers die Vorteile äußerst geringen Zeit- und Arbeitsaufwandes, minimaler Fluchtgefahr der Wanzen, da die Gläser nicht geöffnet werden müssen, ständiger Beobachtungsmöglichkeit sowie Verhinderung der fäkalen Kontamination der Wirtstiere.

Die Fütterung einzelner Triatomen oder kleiner Larven kann auch in kleinen Glasröhrchen durchgeführt werden, die beispielsweise an die Ohren oder die rasierte Hautoberfläche von Kaninchen angehalten oder an ihr befestigt werden (RYCKMAN, 1952; PHILLIPS, 1960; LAVOIPIERRE et al., 1959; GOODCHILD, 1955; PETANA, 1967). Mit dieser Fütterungsmethode untersuchten GROOT (1952) sowie TOBIE (1961, 1964, 1965) die Übertragung von *T. rangeli* durch den Stich von *Rhodnius prolixus*. Die Wanzen befanden sich einzeln in engen, mit einem GazeNetz verschlossenen Glasröhrchen, in denen sie sich nicht umdrehen konnten, wodurch eine fäkale Kontamination der Versuchstiere vermieden wurde. Zur Blutaufnahme wurden die Röhrchen an die Haut der Blutspender, Mäuse und Ratten, angehalten.

Die Fütterung blutsaugender Arthropoden durch biologische Membranen beschrieb erstmals RODHAIN et al. (1912), der in seinen Versuchen *Glossina morsitans* durch Ratten- und Mäusehaut saugen ließ. ST. JOHN et al. (1930), ROSS (1956), TARSHIS (1958), COLLINS (1963) und WALLIS (1962) überprüften in der Folge die Verwendung von Meerschweinchen-, Hamster-, Ratten- und Kaninchenhaut, Haut des Fledermausflügels, Baudruche transparent^R-Membran sowie Chorioallantoismembran des Hühner-eies zur Fütterung von Moskitos, Flöhen und Zecken. Nachteile waren die zeitraubende Präparation und die hohe Kontaminationsgefahr, biologische Membranen wurden darüber hinaus bei vielen Sterilisationsverfahren beschädigt oder zerstört.

PIPKIN und CONNOR (1968) verwendeten Membransäckchen als Nahrungsbehälter, um den Triatomen eine möglichst große Membranoberfläche zur Nahrungsaufnahme anbieten zu können. Die Autoren bevorzugten biologische Membranen, da sie toxisch wirkende Stoffe in Gummimembranen für verkürzte Lebenszeiten bei *Rhodnius prolixus* verantwortlich machten. WALLIS (1969) beschrieb die Verwendung der Schalenhaut des Hühnereies zur Fütterung von *Rhodnius prolixus* und *Triatoma infestans*. Beide Wanzenarten wurden innerhalb von 15-30 Minuten bis zur Sättigung mit verschiedenen Nährflüssigkeiten gefüttert. Vorteile waren die zur problemlosen Penetration der Stechwerkzeuge geeignete Dicke der Schalenhaut und ihre Sterilität vor Benutzung, gleichzeitig bildete die Eischale einen Vorratsbehälter für die Nahrungsflüssigkeit.

Die Fütterung von Reduviiden durch Gummimembranen beschrieben NICOLLE (1941) und HARRINGTON (1960). NICOLLE (1941) sowie NICOLLE und MATHIS (1941) wiesen auf die Bedeutung der im Vergleich zur Umgebung höheren Temperatur der angebotenen Blutnahrung hin, die infolge des sog. "thermotropisme alimentaire" zur Auslösung des Saugaktes führt. Nach HARRINGTON (1960) bevorzugten die ersten 3 Larvenstadien von *Rhodnius prolixus* Temperaturen von 38-40°C, während ältere Wanzen bis zu 44°C warme Nahrung annahmen. Durch eine leicht nachgebende Membran war die Fütterung erfolgreicher durchzuführen als durch eine straff gespannte. Ein Kontakt des Proboscis mit Feuchtigkeit irritierte die Wanzen nicht, sie wurden jedoch durch Berührung der Beine mit Wasser sofort abgeschreckt.

NICOLLE und LWOFF (1943) untersuchten den Einfluß der Fütterung mit defibriniertem Hunde- und Kaninchenblut sowie der Ernährung am lebenden Meerschweinchen auf die Metamorphose von *Triatoma infestans*. Nach gleichartiger Entwicklung der ersten beiden Larvenstadien wiesen die künstlich ernährten Wanzen im weiteren Verlauf niedrigere Körpergewichte, erhöhte Mortalität

und verlängerte Entwicklungszeiten auf als die am Meerschweinchen gefütterten Triatomen.

KLOFT und SCHLAGBAUER (1965) beschrieben eine Methode zur Massenfütterung von *Triatoma infestans* und *Rhodnius prolixus* mit heparinisiertem Rinder- und Schweineblut durch Parafilm M-Membranen, die bei 37°C elastisch genug waren, um einerseits einen sicheren Verschuß der Nahrungsbehälter zu gewährleisten und andererseits von den Jungwanzen leicht durchstochen werden zu können. Diese Technik ermöglichte innerhalb von 30 Minuten die Fütterung von 500 adulten *Rhodnius prolixus*-Wanzen. Eine Störung oder Verzögerung der Entwicklung von *Rhodnius prolixus* konnten die Autoren auch nach zwei aufeinanderfolgenden Wanzengenerationen nicht feststellen.

Während GARDINER und MADDRELL (1972) über negative Auswirkungen auf die Entwicklung von *Rhodnius prolixus* bei Fütterung mit defibriniertem Schafblut berichteten, die Wanzen zeigten im Vergleich zur Ernährung an lebenden Schafen und Kaninchen erhöhte Mortalität und eine Reduktion der Häutungsrate zur Imago, und diese Methode als ungeeignet zur Massenzucht bewerteten, konnten McGUIRE et al. (1973) im Verlauf ihrer Untersuchungen diese Ergebnisse nicht bestätigen. Sie fütterten *Rhodnius prolixus* durch Latexmembranen mit angewärmtem heparinisierten menschlichen Blut und führten ihre Ergebnisse auf die strenge Kontrolle der relativen Luftfeuchtigkeit in der Fütterungsapparatur, die Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Umgebung der Wanzen durch Einleitung von CO₂ in das Wasserbad sowie das intermittierende Rühren der Blutnahrung zurück, das eine gleichmäßige Suspension der Erythrozyten sowie aller chemischen, möglicherweise den Saugakt stimulierenden Bestandteile des Blutes gewährleisten. Zur Vermeidung einer Irritation der negativ phototropen Wanzen deckten sie den Fütterungsapparat mit einem dunklen Tuch ab und verwendeten Antikoagulantien, da sie der Beschädigung der Erythrozyten

und der Störung des Ionengleichgewichtes bei der Defibrination des Blutes einen negativen Einfluß auf die Sauglust der Triatomen zusprachen. Zu ähnlichen Resultaten gelangte KREHAN (1974), bei dessen Versuchen 60% der *Triatoma infestans*-Larven des 1. und 2. Stadiums sowie 90% aller anderen Stadien durch transparente Folien (FIPP, PVC) von 0,02 mm Dicke defibriertes Blut saugten und sich normal entwickelten, während *Rhodnius prolixus* erfolgreicher durch Meerschweinchenhaut gefüttert wurde, die bei 5°C ohne Schwierigkeiten 1 Monat haltbar waren. Vorzugsweise im Dunkeln konnten so bis zu 500 Wanzen pro Fütterungseinheit ernährt werden. LANGLEY und PIMLEY (1978) untersuchten die Auswirkungen der Ernährung von *Rhodnius prolixus* mit defibriniertem Rinder- und Schweineblut durch Parafilm- und Silikonmembranen. Während die Art der Membran ohne Einfluß blieb, entwickelte *Rhodnius prolixus* bei Fütterung mit Schweineblut mehr und größere Eier als bei Ernährung an lebenden Schweinen oder Fütterung mit Rinderblut, das zu einer Verringerung der Eigewichte und -größen führte. Die Fütterung mit Schweineblut steigerte die Schlupfrate, Rinderblut reduzierte sie auf 50-80%. Bei Fütterung mit Schweineblut sowie an lebenden Schweinen entwickelten sich in der 2. Generation 72%, in der 3. Generation 80% der Larven zur Imago gegenüber 65 bzw. 20% bei Fütterung mit Rinderblut. UBIERGO et al. (1982) bevorzugten Resinite^R RHF 61 HY, eine thermokontraktile PVC-Membran von 0,018 mm Dicke zur Fütterung von *Triatoma infestans* mit defibriniertem, auf 38-45°C erwärmten Rinder- und Hühnerblut. Die Entwicklung der Wanzen verlief mit ähnlichen Werten wie bei Fütterung an lebenden Hühnern.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A. Material und Methoden

Der als Infektionsmaterial verwendete Trypanosoma evansi-Stamm (Manila) wurde 1980 in Manila/Philippinen aus dem Blut eines Pferdes isoliert. Im Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie wird er seitdem auf Mäusen und Meerschweinchen passagiert sowie als tiefgefrorenes Stabilat aufbewahrt. Der Stamm ist für Labornager stark virulent.

Als Tiere für die Untersuchungen dienten weibliche und männliche Mäuse (NMRI-Stamm, Hann.), ein Hamster, ein Meerschweinchen und ein Kaninchen (alle männlich). Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen entstammten der institutseigenen Zucht, der Hamster dem Tierhandel. Das Alter der Mäuse betrug bei Versuchsbeginn 6-8 Wochen, ihr Gewicht 30-40 g (Meerschweinchen 12 Wochen, 400 g; Hamster 8 Wochen, 50 g; Kaninchen 1 Jahr, 3 kg).

Die Haltung erfolgte unter gleichbleibenden Bedingungen bei einer Raumtemperatur von durchschnittlich 22°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40-50% in Makrolonkäfigen (Mäuse, Hamster, Meerschweinchen) bzw. Metallkäfigen (Kaninchen) bei einer Gruppenstärke von maximal 15 Mäusen/Käfig. Als Futter erhielten die Tiere "altromin"-Mäusediät (-Hamsterdiät, -Meerschweinchendiät, -Zuchtdiät Kaninchen, Fa. Altrogge, Lage/Lippe) und Wasser ad libitum. Zur Markierung der Mäuse verwendete ich Pikrinsäure.

Die Blutentnahme für Nativpräparate, Ausstriche und zur Passagierung von Trypanosoma evansi erfolgte bei Mäusen an der kupierten Schwanzspitze (Kapillarblut).

Zur Durchführung der Untersuchungsmethode nach WOO (1969) wurde den Tieren mit Hilfe heparinisierten Mikrohämatokritkapillaren (Assistent) ca. 0,07 ml Blut/Maus aus dem retro-orbitalen Venenplexus (NÖLLER, 1955) entnommen. Nach Zentrifugation der Mikrohämatokritkapillaren (8 min bei 11.000 U/min = 10.000 g) kommt es zur Anreicherung der Trypanosomen an der Grenze "buffy-coat"-Serumsäule. (Zentrifuge: Ecco, Fa. Collatz, Berlin).

Der Nachweis der Trypanosomen in den als Trypanosomenempfänger dienenden Mäusen erfolgte in den ersten 10 Tagen nach dem Stich der Tabaniden bzw. Reduviiden täglich im Nativpräparat, danach im Abstand von 10 Tagen mit der Methode von WOO (1969).

Den Darminhalt von Tabaniden und Reduviiden, die an infizierten Mäusen gesaugt hatten, verabreichte ich intraperitoneal an Mäuse und fertigte zur morphologischen Untersuchung im Darminhalt enthaltener Trypanosomen Giemsa-gefärbte Ausstrichpräparate an (Merck AG, Darmstadt, Art. 9204). (Die Methodik zur Gewinnung des Darminhaltes wird auf Seite 60 beschrieben).

Zur Beurteilung der Parasitämiehöhe in der Maus dienen folgende Schemata:

Im Nativpräparat: Okular 10x; Objektiv 40x

- (+) : bis 3 Trypanosomen/Deckglas
- 1+ : vereinzelte Trypanosomen
- 2+ : 1 Trypanosom / Gesichtsfeld = 2.000 Tryp./mm³ Blut
- 3+ : 2-5 Tryp./Gesichtsfeld = 4.000-10.000 Tryp./mm³ Blut
- 4+ : 5 Tryp./Gesichtsfeld = 10.000 Tryp./mm³ Blut
- 5+ : 50 Tryp./Gesichtsfeld = 100.000 Tryp./mm³ Blut

In der Mikrohämatokritkapillare nach der Methode von WOO (1969): Okular 10x; Objektiv 10x

- 1+ : < 10 Trypanosomen/Kapillare
- 2+ : > 10 Trypanosomen/Kapillare
- 3+ : 50-100 Trypanosomen/Kapillare, kleine Knäuel
- 4+ : massenhaft

Die Versuchsdauer betrug 8 Wochen.

Für die Narkose der Mäuse wurde Nembutal^R (CEVA, Bad Segeberg) mit isotonischer Kochsalzlösung (Fresenius AG, Bad Homburg) im Verhältnis 1:2,5 verdünnt.

Die Dosierung betrug 0,15-0,2 ml/Maus i.p.

Als Überträger verwendete ich Raubwanzen der Arten *Rhodnius prolixus*, *Triatoma infestans* und *Dipetalogaster maximus* aus institutseigener Zucht. Die Haltung erfolgte bei einer Raumtemperatur von 25°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% in Gläsern, deren Boden mit Filterpapier (S & S Rundfilter 100, Fa. Schleicher & Schüll, Dassel) bedeckt war.

Größe der Gläser:

- a) Aquarien, Kantenlänge 25 x 25 cm, Höhe 30 cm
- b) Zylindrische Gläser, Durchmesser 8 cm, Höhe 9 cm
- c) Zylindrische Gläser, Durchmesser 10 cm, Höhe 13 cm

Zur Abdeckung der Gläser diente luftdurchlässige Gaze, als Unterschlupf für die Wanzen verwendete ich Teile von Eierkartons. Die Wanzen wurden in Abständen von 3-4 Wochen an narkotisierten Mäusen und Meerschweinchen gefüttert.

Der Fang der Tabaniden erfolgte in der Zeit vom 8. Juli bis 18. August 1984 an Tagen unterschiedlicher Bewölkung und Windstärke sowie einer Tageshöchsttemperatur von 24-34°C.

Fangorte: a) Das Steinbachtal, das südlich von Bad Tölz zwischen Untergries und Lenggries gelegen ist. Die Falle wurde in einem Hochmoor in einer Höhe von 950 m über NN aufgestellt.

- b) Das Loischachtal zwischen Eschenlohe und Oberau auf einer Höhe von 639 m über NN. Zwischen der Loisch und dem Hohen Kisten (1922 m ü. NN) erstreckt sich dort ein etwa 6,5 km langes und 1 km breites Grundmoor.

Beide Fangorte wiesen lockeren Baum- oder Buschbestand auf, Rinder konnte ich während der Fangzeiten in der näheren Umgebung nicht beobachten.

Zum Fang diente die "Einweg-Flugfalle" nach SCHACHT (1982). Sie besteht aus weißer Gardinengaze mit 1,5 mm Maschenweite. Ihre Form bildet eine etwa 2 m hohe Pyramide mit 4 dreieckigen Seitenteilen. Das kleine Frontdreieck hat eine Kantenlänge von $2 \times 1,2 \times 1,2$, das rückseitige, mit seiner Basis eng am Boden anliegende Dreieck von $2,5 \times 4 \times 4$ m. Die beiden schmalen Seitendreiecke besitzen eine Kantenlänge von $4 \times 3,7 \times 1,2$ m. An den 4 Verbindungsstellen der Seitenwände sind Nylonschnüre eingenäht, die an der Pyramidenspitze zusammenlaufen. Ihre freien Verlängerungen bilden die Verankerungsschnüre, an denen die Falle mit in den Boden eingelassenen Pflöcken verbunden ist. Der innere Halt der Pyramide wird durch eine 3 m lange Mittelstütze (Zeltstange aus Metall) hergestellt, die am Boden und in der Pyramidenspitze verankert ist.

Die Falle wird, um optimale Fangergebnisse zu erzielen, in Flugschneisen aufgestellt, die beispielsweise durch Waldabschnitte, Hecken, Baumgruppen o.ä. gebildet werden. Erfahrungen haben gezeigt, daß die Fangergebnisse erhöht werden, wenn die Sonne hinter der Falle steht.

Die sich in der Spitze ansammelnden Tabaniden wurden mit einem Dipterenfangnetz (Bügeldurchmesser 40 cm) gefangen und in Käfigen gesammelt. Der Transport der Fliegen erfolgte am Abend des jeweiligen Fangtages in einer Styroporkiste, in deren

Deckel Luftlöcher eingelassen waren. Zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit war der Boden der Kiste mit nassem Fließpapier bedeckt.

Für den Transport und die Haltung der Tabaniden im Labor verwendete ich zwei Käfigtypen:

Typ 1: Runde Plastikzylinder (Höhe 4,5 cm, Durchmesser 12,5 cm), deren Ober- und Unterseite mit Fliegengaze verschlossen war. In der Seite des Zylinders befand sich eine durch einen Korken verschließbare Einlaßöffnung. Die Käfige enthielten maximal 10 Tabaniden.

Typ 2: Quadratische Würfel aus 0,5 cm starkem Messingdraht (15 x 15 cm Kantenlänge) bzw. plastiküberzogene Laborgitterkörbe (Fa. Linker) (Kantenlänge 14 x 14 cm, Maschenweite 1 cm).

Sie waren von netzartigem, elastischen Nylonmaterial umgeben (abgeschnittene Damenstrümpfe), das an einer Seite durch einen Knoten, an der gegenüberliegenden Seite mittels eines Gummiringes verschlossen war. In diesen Käfigen wurden die Tabaniden in Gruppen von maximal 20 Exemplaren gehalten.

Im Laufe der Untersuchungen zeigte sich, daß die Käfige des Typs 1 weniger geeignet waren, da die Überlebenszeit der Tabaniden kürzer war und sich die Tiere mechanisch stark beschädigten. Aus diesen Gründen verwendete ich später ausschließlich den Käfigtyp 2.

Die Haltung der Tabaniden erfolgte in einem Klimaraum bei einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 25°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75%. Die Käfige standen in Metallwannen (Kantenlänge 44 x 64 cm, Höhe 5 cm) auf einer Schicht stark durchnässter Sägespäne, die eine Wasseraufnahme der Tiere ermöglichten und für eine maximale relative Luftfeuchtigkeit sorgten.

Die Tabaniden wurden mit 10%iger Glukoselösung (gesättigter Zellstoff auf der Käfigoberseite) sowie an infizierten Mäusen gefüttert. Die täglich entfernten, toten Tabaniden nadelte und konservierte ich zur späteren Artdifferenzierung. Die von mir durchgeführte Artbestimmung wurde vom Tabanidenfachmann der Zoologischen Staatssammlung, München, Herrn Schacht, überprüft.

Zur Übertragung von Trypanosomen auf Tabaniden bzw. Reduviiden verwendete ich ausschließlich narkotisierte Mäuse, deren Parasitämie bei der Untersuchung im Nativpräparat eine Befallshöhe von über 50 Trypanosomen/Gesichtsfeld, das sind über 100.000 Trypanosomen/mm³ Blut, erreicht hatte.

Zur Durchführung von Übertragungsversuchen brachte ich eine infizierte Maus auf die Oberseite der Tabanidenkäfige des Typs 2 bzw. in die Glasbehälter der Reduviiden. Durch Entfernung dieses Trypanosomenträgers wurde der Saugakt der Tabaniden nach 2 Minuten, der Raubwanzen nach 3-5 Minuten unterbrochen. Nach unterschiedlich langen Intervallzeiten setzten die Insekten ihre Blutmahlzeit in gleicher Weise an einer nicht infizierten Maus fort. Wanzen, die zur Ermittlung der Überlebensfähigkeit von *T. evansi* im Reduviidendarm seziert und deren Darm inokuliert wurde, hatten bis zur Sättigung etwa 15-30 Minuten lang Blut an infizierten Mäusen aufgenommen.

Zur Stimulierung der Stechfreudigkeit der Tabaniden bestrahlte ich die Käfige aus einer Höhe von ca. 40 cm mit einer Infrarot-Lampe (Fa. Osram, 250 W) und erhöhte durch einen kleinen, in unmittelbarer Nähe der Tabaniden aufgestellten Behälter mit Trockeneis die CO₂-Konzentration in den Käfigen.

Sowohl Reduviiden als auch Tabaniden wurden vor der Sektion in einem Narkosegefäß mit Äther betäubt.

Die Markierung der Insekten erfolgte auf der dorsalen Thoraxseite mit Pelikan^R-Deckfarbe.

Gewinnung des Darminhaltes der Raubwanzen

Bei betäubten und genadelten Raubwanzen wurde mit einer 2 ml-Spritze, die 1 ml phys. Kochsalzlösung enthielt (Kanüle Nr. 16), durch die Cuticula der dorsokaudalen Abdomenhälfte der Darm punktiert und sein Inhalt aspiriert. Vor der intraperitonealen Verabreichung von jeweils 0,5 ml des mit Kochsalzlösung vermischten Darminhaltes an eine Maus fand eine mikroskopische Kontrolle auf bewegliche Trypanosomen statt.

Die Isolierung des Tabanidendarmes erfolgte unter dem Stereomikroskop an betäubten und genadelten Bremsen. Nach Entfernung der dorsalen Hälfte der Abdominalsegmente lag der gesamte Organbereich des Abdomens frei. Mit Hilfe zweier Insektennadeln Nr. 2 (Orig. Karlsbader) löste ich die Abdominalorgane, Verdauungstrakt, Ovarien, Teile des Rückengefäßes und Malpighische Gefäße heraus, verbrachte sie auf einen Objektträger in einen Tropfen Kochsalzlösung, isolierte den Darm und aspirierte ihn mit einer 2 ml-Spritze (Kanüle Nr. 16, zu 1 ml mit Kochsalzlösung gefüllt). Die Verabreichung des Darminhaltes an Mäuse erfolgte intraperitoneal zusammen mit etwa 0,5 ml Kochsalzlösung.

Zur Isolierung der Speicheldrüsen wurde den betäubten Tabaniden der Kopf mit einer Pinzette vorsichtig schräg nach oben abgezogen, bis sich die Speicheldrüsen aus dem Thorax lösten. Zum Schutz gegen Austrocknen befeuchtete ich sie unmittelbar nach Entnahme auf einem Objektträger mit einem Tropfen Kochsalzlösung.

Sowohl bei Raubwanzen als auch bei Tabaniden wurden Giemsa-gefärbte Ausstrichpräparate des Darmes bzw. von Darm und Speicheldrüsen angefertigt.

B. Ergebnisse

1. Untersuchungen mit Bremsen

In der Zeit vom 8. Juli bis 18. August 1984 wurden insgesamt 768 weibliche Tabaniden gefangen, davon am 8. Juli 1984 im Steinbachtal bei Lenggries 188 Exemplare, vom 9. Juli bis 18. August 1984 im Loisachtal bei Oberau 580 Exemplare. Vereinzelt flogen auch Tabanidenmännchen in die Falle ein, die ich, da sie kein Blut aufnehmen und daher für die Versuche ohne Nutzen waren, wieder freiließ.

Abhängig von der Witterung (Temperatur, Bewölkungsdichte, Windstärke) betrug die tägliche Fangzeit 5-6 Stunden (11⁰⁰-16⁰⁰Uhr). Die besten Fangergebnisse erzielte ich bei Temperaturen zwischen 24 und 30°C, wolkenlosem Himmel und Windstille, während bei Temperaturen über 32°C nur noch vereinzelt Bremsen gefangen werden konnten. Kurz vor dem Auftreten von Gewittern erreichte die Flugaktivität und Aggressivität der Tabaniden, vor allem von *Haematopota* spp., ein Maximum.

Das Spektrum der gefangenen Tabaniden umfaßte 24 Arten aus 6 Gattungen:

Chrysops caecutiens (LINNE, 1758)

Chr. viduatus (FABRICIUS, 1794)

Chr. relictus MEIGEN, 1820

Hybomitra micans (MEIGEN, 1804)

H. aterrima (MEIGEN, 1820)

H. kaurii CHVALA und LYNEBORG, 1970

H. arpadi (SZILADY, 1923)

H. lundbecki LYNEBORG, 1959

H. montana (MEIGEN, 1820)

H. muehlfeldi (BRAUER, 1880)

H. bimaculata (MACQUART, 1826)

H. distinguenda (VERRALL, 1909)

Atylotus fulvus (MEIGEN, 1820)

Tabanus cordiger (MEIGEN, 1820)

Tab. miki BRAUER, 1880

Tab. bromius LINNE, 1758

Tab. maculicornis ZETTERSTEDT, 1842

Tab. sudeticus ZELLER, 1842

Tab. bovinus LINNE, 1758

Heptatoma pellucens (FABRICIUS, 1776)

Haematopota pluvialis (LINNE, 1758)

H. scutellata (OLSUFJEV, MOUCHA und CHVALA, 1964)

H. subcylindrica (PAUDELLE, 1883)

H. crassicornis (WAHLBERG, 1884)

Am häufigsten wurden die Arten *Tabanus bromius* (265 Exemplare), *Tabanus maculicornis* (203 Exemplare), *Tabanus sudeticus* (56 Exemplare) und *Haematopota pluvialis* (91 Exemplare) gefangen, wobei *Tabanus* spp. vor allem Anfang Juli, *Haematopota* spp. Anfang bis Mitte August am stärksten vertreten waren (s. Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl der im Juli/August 1984 im Steinbachtal und im Loissachtal gefangenen Tabaniden

Tabaniden spp.	8.7.	9.7.	23.7.	24.7.	31.7.	18.8.	Gesamt- zahl
<i>Chrysops</i>							
<i>caecutiens</i>	-	-	2	-	4	-	6
<i>viduatus</i>	-	-	8	1	12	1	22
<i>relictus</i>	-	-	1	1	-	-	2
<i>Hybomitra</i>							
<i>micans</i>	8	2	-	1	-	-	11
<i>aterrima</i>	12	8	7	3	6	1	37
<i>kaurii</i>	2	-	-	-	-	-	2
<i>arpadi</i>	-	-	1	2	3	1	7
<i>lundbecki</i>	4	1	1	1	-	-	7
<i>montana</i>	1	-	1	1	-	-	3
<i>muehlfeldi</i>	1	2	-	2	1	1	7
<i>bimaculata</i>	-	1	1	-	1	-	3
<i>distinguenda</i>	3	-	3	1	4	-	11
<i>Atylotus</i>							
<i>fulvus</i>	2	4	8	4	5	1	24
<i>Tabanus</i>							
<i>cordiger</i>	1	-	-	-	-	-	1
<i>miki</i>	-	-	1	-	-	1	2
<i>bromius</i>	84	41	36	15	49	44	269
<i>maculicornis</i>	62	39	32	12	41	17	203
<i>sudeticus</i>	8	13	23	1	8	-	53
<i>bovinus</i>	-	-	1	-	-	-	1
<i>Heptatoma</i>							
<i>pellucens</i>	-	-	-	-	1	-	1
<i>Haematopota</i>							
<i>pluvialis</i>	-	-	4	2	31	54	91
<i>scutellata</i>	-	-	-	-	1	-	1
<i>subcylindrica</i>	-	-	-	-	2	-	2
<i>crassicornis</i>	-	-	-	-	2	-	2
Gesamtzahl	188	111	130	47	171	121	768

Im folgenden soll eine kurze Zusammenfassung der charakteristischen Differenzierungsmerkmale gegeben werden:

Chrysops spp. besitzen grüne oder goldgelbe, dunkelgefleckte Augen. Chrysops caecutiens (7-10 mm lang) ist gekennzeichnet durch ein schwarzes, umgekehrtes "V" in der Mitte der 2. Tergite, charakteristisch für Chr. viduatus ist ein kleiner, schwarzer, dreieckiger Fleck am apikalen Rand der Tergite 2, während die schwarze Zeichnung der ersten beiden Tergiten bei Chr. relictus ein Dreieck oder Rechteck bildet.

Die Augen der Hybomitra spp. sind dreigestreift. Hybomitra micans wird 13-17 mm lang, ihr Abdomen ist schwarz, während die kaudalen Ränder der Tergiten von Hybomitra aterrima einen Saum goldgelber Härchen tragen. Hybomitra kaurii, Hybomitra arpadi, Hybomitra lundbecki, Hybomitra montana, Hybomitra muehlfeldi, Hybomitra distinguenda und Hybomitra bimaculata unterscheiden sich von obengenannten Arten durch unterschiedlich große, rötlichbraune Flecken an den lateralen Seiten der ersten 3-4 Abdominalsegmente.

Atylotus fulvus (13-16 mm lang) ist gelbbraun bis braun gefärbt, die Augen leuchten grün, die sehr kleinen Calli der Weibchen sind mitunter kaum erkennbar.

Tabanus bromius wird 11-16 mm, Tabanus maculicornis 10-14,5 mm groß. Die grünschillernden Augen beider Spezies tragen ein Band. Tab. bromius unterscheidet sich durch 3 deutliche Reihen hellgrauer bis graugelber Flecken auf den Tergiten von Tab. maculicornis, bei dem diese größer und undeutlich begrenzt scheinen. Wie Tab. cordiger (12-17 mm, eine Reihe grauer Dreiecke auf der Tergitenmitte) und Tab. miki (ähnliche Zeichnung wie Tab. bromius) besitzen Tab. sudeticus (20-27 mm) und Tab. bovinus (19-24 mm) unbehänderte Augen. Die Tergitenmitte der letzten beiden Arten weist ein gelbes Dreieck auf, Tab. bovinus

unterscheidet sich durch den dunkleren, schärfer begrenzten Streifen in der Sternitenmitte von *Tab. sudeticus*.

Heptatoma pellucens (10-13,5 mm) ist durch die sehr langen, schwarzen Antennen und die vierbändrigen Augen charakterisiert.

Kennzeichnend für Haematopota pluvialis ist die tiefe Einschnürung an der Spitze des ersten oval bis zylindrisch geformten Antennengliedes, während dieses Segment bei *H. subcylindrica* nur eine leichte Inzisur aufweist. Schwarze, zylindrische Antennenglieder sind charakteristisch für *H. crassicornis*, ein hellgrau gefärbtes Scutellum für *H. scutellata*.

Haltung und Fütterung der Wildfänge

Nach der Verbringung der frisch gefangenen Tabaniden in den Klimaraum des Instituts verringerte sich die Bewegungsaktivität der Bremsen deutlich innerhalb der ersten 24 Stunden.

Nachdem sich gezeigt hatte, daß sich die Fliegen in den zylindrischen Käfigen durch Abbrechen der Flügel, der Palpen und Antennen stark beschädigten, erfolgte ihre Haltung später nur noch in den geräumigeren, quadratischen Behältern.

Von insgesamt 768 Tabaniden nahmen 691 keine Nahrung auf bzw. verendeten kurz nach dem Fang. 18 Exemplare, 3 Vertreter von *Tab. sudeticus*, 8 von *Tab. maculicornis*, 3 von *Tab. bromius*, 3 von *Atylotus fulvus* und 1 von *Hybomitra muehlfeldi* wurden zur Anfertigung von Präparaten trypanosomenfreier Tabaniden seziert. 10 Exemplare, 8 Vertreter von *Tab. bromius* und 2 von *Tab. maculicornis* sezierte ich nach Aufnahme *T. evansi*-infizierten Blutes. 12 Exemplare, 5 Vertreter von *Tab. sudeticus*, 3 von *Tab. maculicornis* und 4 von *Tab. bromius* konnten für Vorversuche, 37 Exemplare, 7 Vertreter von *Tab. sudeticus*, 22 von *Tab. bromius*, 6 von *Tab. maculicornis* und 2 von *Haematopota pluvialis* konnten für die Versuche zur Übertragung von *T. evansi* verwendet werden.

Unabhängig vom Käfigtyp variierte die durchschnittliche Überlebenszeit der Tabaniden stark zwischen den einzelnen Arten. Die kürzeste Lebensdauer besaß *Chrysops caecutiens* (Ø 1,5 Tage), die längste *Atylotus fulvus* (Ø 8,3 Tage).

Die unterschiedlichen Überlebenszeiten der Tabaniden sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tab. 2: Überlebenszeit der Tabaniden unter experimentellen Bedingungen

Tabaniden spp.	Anzahl d. Tabaniden	Überlebenszeit (Tage)		Zylindrische Käfige		Anzahl d. Tabaniden		Überlebenszeit (Tage)		Quadratische Käfige		Anzahl d. Tabaniden	Überlebenszeit (Tage)
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
Chrysops													
caecutiens	6	1	3	1	3	5		1	3	1	1	1	-
viduatus	22	1	18	1	18	19		1	4,6	2	13	3	-
relictus	2	2	3		3	2			-		-	-	-
Hybomitra													
micans	11	3	22	3	22	11		3	6,7		24	-	8,7
aterrima	37	1	24	1	14	28		1	5,8	1	-	9	-
kaurii	2	9	10	9	10	2		9	-	-	-	-	-
arpadi	7	1	4	1	4	6		1	2,3	3	-	1	-
lundbecki	7	3	22	3	22	7		3	7,4	-	-	-	-
montana	3	2	22	2	22	3		2	-	-	-	-	-
mehlfeldi	6	3	20	3	20	5		3	7,3	3	-	1	-
bimaculata	3	2	14	2	14	3		2	-	-	-	-	-
distinguenda	11	1	14	1	14	10		1	6,1	2	-	1	-
Atylotus fulvus	21	2	22	2	15	18		2	7,2	14	23	3	-
Tabanus													
cordiger	1	8	6		8	1			-	-	-	-	-
miki	2	2	24		2	1			-	6	-	-	-
bromius	232	1	29	1	24	189		1	5,9	1	22	43	7,6
maculicornis	184	1	29	1	29	156		1	6,5	1	22	28	6,1
sudeticus	38	2	9	2	9	32		2	5,2	9	22	6	15,6
bovinus	1	3			3	1			-	-	-	-	-
Heptatoma													
pellucens	1	6			6	1			-	-	-	-	-
Haematopota													
pluvialis	89	1	14	1	14	31		1	3,6	2	12	58	3,5
scutellata	1	6		-	-	-		-	-	6	-	1	-
subcylindrica	2	2	6	-	-	-		-	-	2	6	2	-
crassicornis	2	1	4	1	4	2		1	-	-	-	-	-
	691					533			5,4			158	8,3

Der Einfluß des Käfigtyps auf die Überlebenszeit wird besonders bei größeren Bremsenarten deutlich. Die Lebensdauer von *Tabanus sudeticus* (20-27 mm) betrug in den kleineren Käfigen durchschnittlich 5,2 Tage, in den größeren 15,6 Tage, von *Hybomitra aterrima* (13-16 mm) 5,8 bzw. 8,7 Tage. Sowohl bei den kleineren *Tab. maculicornis*-Weibchen (10-14,5 mm), die zudem aufgrund der ungünstigen Witterungsverhältnisse des Sommers 1984 ihre maximale Größe kaum erreichten, wie auch bei den kleinen *Haematopota* spp. (8-12 mm) waren im Vergleich der beiden Käfigtypen keine deutlichen Unterschiede der Überlebenszeit zu erkennen.

Die Fütterung der Tabanidenweibchen erfolgte entweder nur mit 10%iger Glukoselösung oder mit Glukoselösung und Blut. Die Bremsen erhielten erstmalig sofort nach der Einstellung in den Klimaraum Glukoselösung, die sie bereitwillig, ohne gattungsspezifische Unterschiede oder erkennbare Adaptationszeiten, annahmen. Eine Umfangsvermehrung des Abdomens wurde bei der Nahrungsaufnahme nicht sichtbar. Zusätzlich nahmen einzelne Fliegen Wasser von den durchnässten Sägespänen auf. Während der Blutaufnahme setzten die Tiere in der Regel einen kleinen wasserklaren Kottropfen ab.

Die zusätzliche Fütterung mit Blut hatte wenig Einfluß auf die Überlebenszeit der Tabaniden. Sie betrug bei *Tab. sudeticus* nach Blutfütterung 7,1 Tage gegenüber 6,6 Tagen bei ausschließlicher Glukosefütterung. Für *Tab. bromius* errechneten sich Werte von 8,7 bzw. 7,6 Tagen, für *Tab. maculicornis* von 8,0 bzw. 6,1 Tagen. Zwei Exemplare von *Haematopota pluvialis* überlebten die Blutmahlzeit nur einen weiteren Tag.

Nach einer Präovipositionsperiode von 5-7 Tagen legten 2 *Tab. sudeticus*-Weibchen, 2 *Tab. maculicornis*- und 1 *Tab. bromius*-Weibchen Eier ab und waren 1-2 Tage später verendet. Da eine Zucht von Tabaniden nicht vorgesehen war, wurden die zunächst gelblich-weißen, später grau gefärbten Eigelege zu Demonstrationszwecken konserviert.

Vorversuche

In Vorversuchen prüfte ich die Stechfreudigkeit der Bremsen mit den Tabaniden der ersten beiden Fangtage, insgesamt 299 Bremsen 13 verschiedener Arten aus 4 Gattungen (s. Tab. 2) an weißen Mäusen, 1 Hamster, 1 Meerschweinchen und 1 Kaninchen deren Haut geschoren und angefeuchtet worden war. 287 Fliegen verendeten kurz nach dem Fang bzw. konnten weder durch Bestrahlung mit Infrarot-Licht noch durch Erhöhung der CO_2 -Konzentration in den Käfigen zum Stich stimuliert werden. 12 Exemplare, 5 Vertreter von *Tab. sudeticus*, 3 von *Tab. maculicornis* und 4 von *Tab. bromius*, begannen innerhalb von maximal 5 Minuten an den angebotenen Labornägern zu saugen. Nach Unterbrechung des Saugaktes setzten die Tabaniden ihre Blutmahlzeit ohne Zögern an anderen Blutspendern fort und saugten bis zur Sättigung etwa 2-5 Minuten.

Versuche zur Übertragung von *T. evansi* durch den Stich von Tabaniden

Für die Versuche wurde ein Kollektiv von 469 Tabaniden 22 verschiedener Arten aus 6 Gattungen verwendet. 404 Bremsen konnten zur Blutaufnahme nicht stimuliert werden bzw. verendeten kurz nach dem Fang.

Mit 27 Bremsen fanden 27 Versuche statt, bei denen 7 Tabaniden der Spezies *Tab. sudeticus*, 14 der Spezies *Tab. bromius*, 4 Vertreter von *Tab. maculicornis* und 2 von *Haematopota pluvialis* etwa 1 Minute lang an der *T. evansi*-infizierten Maus und nach Unterbrechung des Saugaktes bis zur Sättigung an der trypanosomenfreien Maus saugten. Das Intervall zwischen den Stichen betrug maximal 15-30 Sekunden.

Die Versuche verliefen negativ. Im Blut der als Trypanosomenempfänger dienenden Mäuse waren auch nach Ablauf von 8 Wochen keine Flagellaten nachweisbar (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Übertragungsversuche mit Tabaniden

Tabaniden spp.	Anzahl d. Tabaniden	Übertragungs- versuche auf Mäuse	Intervall- zeit (Sekunden)	Pos.	Neg.
Tab. sudeticus	7	7	15-30	-	7
Tab. bromius	14	14	15-30	-	14
Tab. maculi- cornis	4	4	15-30	-	4
Haematopota pluvialis	2	2	15-30	-	2
	27	27		-	27

Versuche zur Ermittlung der Überlebensdauer von
T. evansi im Bremsendarm

Zur Durchführung des biologischen Testes wurde der Darminhalt von insgesamt 10 Tabaniden, 8 Vertretern von Tab. bromius und 2 von Tab. maculicornis, in Abständen von 1-3 Tagen (Intervallzeit) nach dem Saugakt an infizierten Mäusen jeweils an 1 Maus intraperitoneal verabreicht.

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 8 Wochen waren im Blut der Mäuse mikroskopisch keine Trypanosomen nachweisbar (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Versuche zur Ermittlung der Überlebenszeit
von T. evansi im Bremsendarm

Tabaniden spp.	Anzahl d. Tabaniden	Übertragungs- versuche auf Mäuse	Intervall- zeit (Tage)	Pos.	Neg.
Tab.bromius	4	4	1	-	4
	2	2	2	-	2
Tab.maculicornis	1	1	2	-	1
Tab.bromius	2	2	3	-	2
Tab.maculicornis	1	1	3	-	1
Gesamtzahl	10	10		-	10

Mikroskopische Untersuchung von Darminhalt und Speichel-
drüsen der Tabaniden auf das Vorkommen von Trypanosomen

Zur Anfertigung von Präparaten T. evansi-freier Tabaniden seziierte ich 18 Tabaniden-Wildfänge der Spezies:

2 *Tabanus sudeticus* und
1 *Tab. maculicornis* vom 23.7.84;
1 *Tab. maculicornis* und
1 *Atylotus fulvus* vom 24.7.84;
1 *Tab. sudeticus*,
6 *Tab. maculicornis*,
2 *Atylotus fulvus*,
1 *Hybomitra muehlfeldi* und
3 *Tab. bromius* vom 31.7.84.

Von Darm und Speicheldrüsen wurden 29 Ausstrichpräparate (Giemsa-Färbung) angefertigt, die ich mikroskopisch untersuchte. Trypanosomen waren nicht nachweisbar.

8 Tabaniden der Spezies *Tab. bromius* sowie 2 Vertreter von *Tab. maculicornis* sezierte ich 1-3 Tage nach Aufnahme T. evansi-infizierten Blutes von Mäusen und fertigte 27 Ausstrichpräparate von Darm und Speicheldrüsen an (Giemsa-Färbung). Der mikroskopische Trypanosomennachweis gelang bei keinem Präparat (Vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Mikroskopische Untersuchung von Darminhalt und Speicheldrüsen von Tabaniden auf das Vorkommen von Trypanosomen

Tabaniden spp.	Anzahl d. Tabaniden	Intervallzeit (Tage)	Anzahl d. Ausstrichpräparate (Darm)	Anzahl d. Ausstrichpräparate (Speicheldrüsen)	Trypanosomen pos.	Trypanosomen neg.
Tab. bromius	4	1	5	4	-	9
	2	2	3	2	-	5
Tab. maculicornis	1	2	2	1	-	3
Tab. bromius	2	3	4	2	-	6
Tab. maculicornis	1	3	3	1	-	4
	10		17	10		27

2. Untersuchungen mit Raubwanzen

Versuche zur Übertragung von *T. evansi* durch den Stich von Reduviiden

Im Gegensatz zu Tabaniden war die Stechfreudigkeit der Raubwanzenarten *Dipetalogaster maximus*, *Rhodnius prolixus* und *Triatoma infestans* wesentlich stärker ausgeprägt, vorausgesetzt, daß in den vorhergehenden 2 Wochen keine Blutfütterung stattgefunden hatte.

Dipetalogaster maximus benötigte zur Auslösung des Saugaktes keine Stimulantien. Raubwanzen dieser Art zeigten sich, entsprechend ihrer in der freien Natur tagaktiven Lebensweise, gegenüber Licht- und Temperatureinflüssen als wenig sensibel und ließen sich auch durch Berührungen nicht bei der Blutmahlzeit stören.

Alle Larvenstadien und Nymphen der nachtaktiven Wanzenart *Rhodnius prolixus* waren durch äußere Einflüsse kaum zu irritieren, während adulte Wanzen empfindlich auf helles Licht und niedrige Raumtemperatur reagierten und nur zögernd mit der Blutaufnahme begannen.

Alle Entwicklungsstadien von *Triatoma infestans* reagierten außerordentlich sensibel auf helles Licht, niedrige Raumtemperatur und Berührung und verweigerten dann die Blutaufnahme. Im 37°C warmen, dunklen Brutschrank konnten sie jedoch ohne Schwierigkeiten zum Stich animiert werden.

Bei den Übertragungsversuchen saugten die Wanzen etwa 5 Minuten an *T. evansi*-infizierten Mäusen. Danach wurden die Tiere manuell vom Wirt abgenommen und an neue, trypanosomenfreie Mäuse angesetzt, an denen sie nach unterschiedlich langen Intervallzeiten ihre Blutmahlzeit fortsetzten. Die Dauer der Blutaufnahme bis zur Sättigung betrug 15-30 Minuten. Der Umfang des Abdomens nahm beim Saugen beträchtlich zu.

Übertragungsversuche mit *Rhodnius prolixus*

Mit 93 Wanzen (31 adulte Wanzen, 3 Nymphen, 53 Larven des 3. Stadiums und 6 Larven des 2. Stadiums) wurden 93 Übertragungsversuche durchgeführt. Die Intervalle zwischen dem Stich infizierter und parasitenfreier Mäuse betrugen: 0,5-2, 4-6, 10-12, 60, 120 und 240 Minuten.

Die Übertragung von *T. evansi* von einer infizierten auf eine trypanosomenfreie Maus gelang in 6 Versuchen bei Intervallen von 0,5-2 Minuten. Sie war 3mal durch den Stich je einer adulten Wanze, in 2 Fällen durch eine Larve des 3. Stadiums sowie einmal durch eine Larve des 2. Stadiums möglich.

Die Präpatenzzeit betrug 3-5 ($\bar{\emptyset}$ 3,6) Tage. Die Mäuse verendeten 3-4 ($\bar{\emptyset}$ 3,7) Tage nach dem Auftreten der ersten Parasiten im Blut (vgl. Tab. 6).

Tab. 6: Übertragungsversuche von T. evansi mit Rhodnius prolixus

Intervall- zeit (Minuten)	Anzahl d. Wanzen	Entwicklungs- stadium d. Wanzen	Übertragungs- versuche auf Mäuse	Mäuse pos.	Präpatenz (Tage)	Überlebens- zeit d. Mäuse(Tage)	Übertragende Wanzenstadien	Mäuse neg.
0,5-2	29	10 adulte Wanzen 3 Nymphen 11 Larven II ^{**} 5 Larven II	29	6	3 (3x) 4 (2x) 5	7 (4x) 8 (2x)	3 adulte Wanzen 2 Larven II ^{**} 1 Larve II	23
4-6	20	20 adulte Wanzen	20	-	-	-	-	20
10-12	15	15 Larven III ^{**}	15	-	-	-	-	15
60	5	5 Larven III ^{**}	5	-	-	-	-	5
120	14	1 adulte Wanze 12 Larven III ^{**} 1 Larve II	14	-	-	-	-	14
240	10	10 Larven III ^{**}	10	-	-	-	-	10

^{*} II = 2. Larvenstadium

^{**} III = 3. Larvenstadium

Übertragungsversuche mit *Dipetalogaster maximus*

Mit 7 adulten Wanzen, 19 Nymphen, 2 Larven des 4. Stadiums, 5 Larven des 3. Stadiums und 18 Larven des 2. Stadiums der Spezies *Dipetalogaster maximus* wurden 51 Versuche zur Übertragung von *T. evansi* auf Mäuse durchgeführt. Die Intervalle betrugen 0,5-2, 4-6, 10-12, 60 und 120 Minuten.

In einem Fall gelang die Übertragung mit einer adulten Wanze bei einem Intervall von 0,5-2 Minuten. Nach einer Präpatenzzeit von 4 Tagen bzw. 3 Tage nach dem Auftreten der ersten Parasiten im Blut verendete die Maus (vgl. Tab. 7).

Übertragungsversuche mit *Triatoma infestans*

Mit 10 Exemplaren von *Triatoma infestans*, 2 adulten Wanzen, 3 Nymphen und 5 Larven des 3. Stadiums, verliefen 10 Übertragungsversuche bei einem Intervall von 1-5 Minuten negativ (vgl. Tab. 8).

Tab. 7: Übertragungsversuche von T. evansi mit Dipetalogaster maximus

Intervall- zeit (Minuten)	Anzahl d. Wanzen	Entwicklungs- stadium d. Wanzen	Übertragungs- versuche auf Mäuse	Mäuse pos.	Präpatenz (Tage)	Überlebens- zeit d. Mäuse (Tage)	Übertragende Wanzenstadien	Mäuse neg.
0,5-2	16	7 adulte Wanzen 9 Nymphen	16	1	4	7	1 adulte Wanze	15
4-6	15	13 Larven II [*] 1 Larve II ^{**} 1 Larve II ^{***} 1 Larve IV	15	-	-	-	-	15
10-12	10	5 Larven II [*] 4 Larven II ^{**} 1 Larve IV	10	-	-	-	-	10
60	5	5 Nymphen	5	-	-	-	-	5
120	5	5 Nymphen	5	-	-	-	-	5

* = 2. Larvenstadium
 ** = 3. Larvenstadium
 *** = 4. Larvenstadium

Tab. 8: Übertragungsversuche von *T. evansi* mit *Triatoma infestans*

Intervall- zeit (Minuten)	Anzahl d. Wanzen	Entwicklungs- stadium d. Wanzen	Übertragungs- versuche auf Mäuse	Mäuse pos.	Präpatenz (Tage)	Überlebens- zeit d. Mäuse(Tage)	Übertragende Wanzenstadien	Mäuse neg.
1-5	10	2 adulte Wanzen 3 Nymphen 5 Larven III **	10	-	-	-	-	10

III** = 3. Larvenstadium

Versuche zur Ermittlung der Überlebensdauer von
T. evansi im Darm von Reduviiden

Übertragung des Darminhaltes von Rhodnius prolixus

Nachdem die Wanzen, 4 Nymphen, 30 Larven des 3. Stadiums, 11 Larven des 2. Stadiums, bis zur Sättigung an einer infizierten Maus gesaugt hatten, wurden sie nach Verlauf von 2, 4, 6, 7, 8, 10 und 14 Stunden seziert und ihr Darminhalt auf jeweils 1 Maus i.p. inokuliert (vgl. Tab. 9).

Nach 2 Stunden Intervallzeit sezierte ich 10 Larven des 2. Stadiums und injizierte den Darminhalt i.p. in 10 Mäuse. Alle Versuchstiere erkrankten nach einer durchschnittlichen Präpatenzzeit von 1,8 Tagen und verendeten nach 3-7 Tagen ($\emptyset$ 4,5 Tage). 1 Maus lebte noch nach 120 Tagen, obwohl in unregelmäßigen Abständen Trypanosomen im peripheren Blut nachzuweisen waren. Bei der Übertragung T.evansi-infizierten Blutes auf diese Maus entwickelte sich eine hochgradige Parasitämie, an der sie nach 4 Tagen verendete.

Die Verabreichung des Darminhaltes von 10 Larven des 3. Stadiums nach einer Intervallzeit von 4 Stunden verursachte bei allen 10 Mäusen eine T. evansi-Infektion ($\emptyset$ Präpatenzzeit 1,9 Tage), an der die Tiere nach 3-13 Tagen ($\emptyset$ 5,6 Tage) verendeten. Nach einer Intervallzeit von 6 Stunden bewirkte der Darminhalt von einer Larve des 4. Stadiums und 4 Larven des 3. Stadiums die Infektion von 5 Mäusen ($\emptyset$ Präpatenzzeit 6,8 Tage, $\emptyset$ Überlebenszeit 15,6 Tage).

Nach 7 Stunden Intervallzeit gelang die Infektion von 2 Mäusen mit dem Darminhalt zweier Larven des 3. Stadiums (Präpatenzzeit 8 bzw. 9 Tage, Überlebenszeit 14 bzw. 16 Tage). Die Übertragung bei Intervallzeiten von 8, 10 und 14 Stunden führte zu negativen Ergebnissen.

Tab. 9: Versuche zur Ermittlung der Überlebensdauer von T. evansi im Darminhalt von Rhodnius prolixus

Intervall- zeit (Stunden)	Anzahl d. Wanzen	Entwicklungs- stadium d. Wanzen	Übertragungs- versuche auf Mäuse	Mäuse pos.	Präpatenz (Tage)	Überlebens- zeit d. Mäuse(Tage)	Wanzenstadien bei Übertragung positiv	Mäuse neg.
2	10	10 Larven II*	10	10	1 (3x) 2 (6x) 3	3 4 (4x) 5 (3x) 7 120	10 Larven II*	-
4	10	10 Larven III**	10	10	1 (8x) 6 5	3 (2x) 4 (4x) 5 7 9 13	10 Larven III**	-
6	5	1 Nymphe 4 Larven III	5	5	1 2 4 6 21	5 6 8 13 46	1 Nymphe 4 Larven III	-
7	5	3 Nymphen 2 Larven III	5	2	8 9	14 16	2 Nymphen	3
8	5	5 Larven III**	5	-	-	-	-	5
10	5	4 Larven III* 1 Larve II	5	-	-	-	-	5
14	5	5 Larven III**	5	-	-	-	-	5

* II = 2. Larvenstadium , III = 3. Larvenstadium

Übertragung des Darminhaltes von *Dipetalogaster maximus*

Die Sektion von *Dipetalogaster maximus*, 21 adulten Wanzen und 10 Nymphen, erfolgte 2, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 16 und 18 Stunden nach der Blutaufnahme an einer parasitärischen Maus (vgl. Tab.10).

2 Stunden nach Aufnahme T. evansi-infizierten Blutes verursachte die Inokulation des Darminhaltes von 2 adulten Wanzen und 3 Nymphen nach einer Präpatenzzeit von $\emptyset$ 1 Tag die Infektion von 5/5 Mäusen, die nach $\emptyset$ 3 Tagen verendeten.

Nach einem Intervall von 4 Stunden führte die Injektion des Darminhaltes von 1 adulten Wanze und 2 Nymphen nach einer Präpatenzzeit von 1-5 Tagen zur Infektion von 3/5 Mäusen, die nach einer Überlebenszeit von 4-16 Tagen verendeten.

6 Stunden nach Blutaufnahme an der parasitärischen Maus bewirkte die Verabreichung des Darminhaltes von 4 adulten Wanzen und 1 Nymphe nach einer $\emptyset$ Präpatenzzeit von 3,4 Tagen die Infektion von 5/5 Mäusen, die nach $\emptyset$ 7,6 Tagen verendeten.

Mit dem Darminhalt von 1 bzw. 3 adulten Wanzen wurden die Parasiten nach 8 Stunden auf 1 Maus, nach 9 Stunden auf 3 Mäuse übertragen. Die Präpatenzzeit lag bei 3 bzw. 1-9 Tagen, die Überlebenszeit bei 17 bzw. 5-20 Tagen.

Nach Intervallzeiten von 10, 14, 16 und 18 Stunden war eine Übertragung mit Darminhalt auf Mäuse nicht mehr möglich.

Tab. 10: Versuche zur Ermittlung der Überlebensdauer von *T. evansi* im Darminhalt von *Dipetalogaster maximus*

Intervall-zeit (Stunden)	Anzahl Wanzen	Entwicklungsstadium d. Wanzen	Übertragungsversuche auf Mäuse	Mäuse pos.	Präpatenz (Tage)	Überlebenszeit d. Mäuse (Tage)	Wanzenstadien bei Übertragung positiv	Mäuse neg.
2	5	2 adulte Wanzen 3 Nymphen	5	5	1 (5x)	3 (5x)	2 adulte Wanzen 3 Nymphen	-
4	5	1 adulte Wanze 4 Nymphen	5	3	1 2 5	4 5 16	1 adulte Wanze 2 Nymphen	2
6	5	4 adulte Wanzen 1 Nympe	5	5	1 (2x) 3 4 8	4 (2x) 7 11 12	4 adulte Wanzen 1 Nympe	-
8	3	2 adulte Wanzen 1 Nympe	3	1	3	17	1 adulte Wanze	2
9	3	3 adulte Wanzen	3	3	1 9 (2x)	5 20 (2x)	3 adulte Wanzen	-
10	3	3 adulte Wanzen	3	-	-	-	-	3
14	1	1 adulte Wanze	1	-	-	-	-	1
16	3	3 adulte Wanzen	3	-	-	-	-	3
18	3	2 adulte Wanzen 1 Nympe	3	-	-	-	-	3

Übertragung des Darminhaltes von *Triatoma infestans*

Mit 4 Nymphen von *Triatoma infestans* wurden je 2 Übertragungsversuche bei Intervallzeiten von 2 und 4 Stunden durchgeführt (vgl. Tab. 11).

Alle 4 Mäuse erkrankten nach einer Präpatenzzeit von 1 (Intervall 2 Stunden) bzw. 1-3 (Intervall 4 Stunden) Tagen und verendeten nach einer Überlebenszeit von 4-7 Tagen.

Für die Versuche mit *Triatoma infestans* stand nur eine relativ geringe Anzahl von Wanzen zur Verfügung, da die Zucht dieser Spezies mit größeren Schwierigkeiten verbunden ist als bei *Rhodnius prolixus* und *Dipetalogaster maximus*.

Die Zusammenfassung der Versuchsergebnisse zeigt, daß *T. evansi* im Darm von *Triatoma infestans* mindestens 4, von *Rhodnius prolixus* 7 und von *Dipetalogaster maximus* 9 Stunden infektiös bleibt. Mit zunehmender Intervallzeit zwischen der Blutaufnahme an einer infizierten Maus und Inokulation des Darminhaltes in eine trypanosomenfreie Maus verlängerten sich Präpatenzzeit und Krankheitsdauer. Ein Einfluß des Entwicklungsstadiums der Wanzen auf das Versuchsergebnis war nicht erkennbar.

Tab. 11: Versuche zur Ermittlung der Überlebenszeit von *T. evansi* im Darminhalt von *Triatoma infestans*

Intervall- zeit (Stunden)	Anzahl wanzen	Entwicklungs- stadium d. wanzen	übertragungs- versuche auf mäuse	Mäuse pos.	Präpatenz (Tage)	überlebens- zeit d. mäuse (Tage)	Wanzenstadien bei Übertragung positiv	Mäuse neg.
2	2	2 Nymphen	2	2	1 (2x)	4 7	2 Nymphen	-
4	2	2 Nymphen	2	2	1 3	4 7	2 Nymphen	-

Mikroskopische Untersuchung des Darminhaltes von Reduviiden
nach Blutaufnahme von T. evansi-infizierten Mäusen

Die Wanzen saugten bis zur Sättigung an hochgradig parasitärischen Mäusen. Nach unterschiedlich langen Intervallzeiten wurden die Insekten abgetötet und der durch Punktion des Abdomens gewonnene, mit phys. Kochsalzlösung vermischte Darminhalt auf einem Objektträger ausgestrichen. Die Färbung erfolgte nach Giemsa.

Rhodnius prolixus

Ausstrichpräparate des Darminhaltes von *Rhodnius prolixus*, 1 Larve des 2. Stadiums, 25 Larven des 3. Stadiums, 3 Nymphen und 2 adulten Wanzen, wurden nach Intervallzeiten von 2, 4, 7, 8, 10 und 14 Stunden angefertigt.

Nach einer Intervallzeit von 2 Stunden ergab die mikroskopische Untersuchung der Präparate von 4 Larven des 3. Stadiums folgendes Bild: Überwiegend enthielten die Präparate gut angefärbte, trypomastigote Flagellaten mit rundlich-ovalem, deutlich abgegrenztem Kern, subterminal gelegenen Kinetoplasten, blauen Granula sowie einer undulierenden Membran mit freier Geißel. Daneben traten unterschiedlich stark ballonierte, abgerundete, blaß gefärbte Trypanosomen mit teilweise unscharf erkennbaren Zellgrenzen auf, die z.T. zu Agglomeraten zusammengelagert waren. Die Granula und der aufgeblähte Kern färbten sich hell an. Eine undulierende Membran war nicht erkennbar, der Kinetoplast und das Axonema blieben deutlich sichtbar. Vereinzelt waren nur noch Kinetoplast und Axonema ohne Anzeichen eines Zelleibes erhalten.

4 Stunden nach Aufnahme infizierten Blutes enthielten die Präparate von 6 Larven des 3. Stadiums und 2 adulten Wanzen stark ballonierte, schwach angefärbte Trypanosomen mit blaß-blauen Granula. Die Grenzen des stark aufgequollenen Kernes und der

Zelle waren unscharf, Axonema und Kinetoplast deutlich erkennbar. Vereinzelt traten Axonema auf, die teilweise nur noch mit dem Kinetoplasten verbunden waren. Der Anteil unverändert erscheinender, trypomastigoter Flagellaten variierte, z.T. war der Trypanosomenabbau gleich stark fortgeschritten wie nach einer Intervallzeit von 2 Stunden, z.T. überwogen Degenerationsformen.

Nach einem Intervall von 7 bzw. 8 Stunden zeigten die Präparate von 6 Larven des 3. Stadiums und 3 Nymphen (7 Stunden) Agglomerate aufgeblähter, sehr blaß gefärbter Trypanosomen, deren Kern und Granula nicht mehr erkennbar waren. Vermehrt blieben nur noch Axonema mit oder ohne angeheftetem Kinetoplasten erhalten. Sehr vereinzelt traten daneben unverändert erscheinende Trypanosomen auf.

10 bzw. 14 Stunden nach der Blutmahlzeit an der *T. evansi*-infizierten Maus waren die Präparate von 1 Larve des 2. und 9 Larven des 3. Stadiums (14 Stunden) insgesamt sehr schwach gefärbt. Sie enthielten überwiegend Agglomerate von Axonema, teilweise mit anhängendem Kinetoplasten. Daneben waren unterschiedlich stark aufgequollene Trypanosomen, z.T. mit Kern und Granula, erkennbar.

Dipetalogaster maximus

Nach Intervallzeiten von 2, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 16 und 18 Stunden wurden Ausstrichpräparate von 11 Nymphen und 21 adulten Wanzen angefertigt.

Nach einem Intervall von 2 Stunden enthielten die Präparate von 3 Nymphen eine große Anzahl unverändert erscheinender, gut angefarbter, trypomastigoter Parasiten. Daneben zeigten sich etwa gleich viele abgerundete Trypanosomen mit blassem, rundem, aufgequollenem Kern und hellblauen Granula. Kinetoplast und Axonema waren deutlich sichtbar.

Ein ähnliches Bild zeigte sich 4, 6 und 8 Stunden nach Aufnahme infizierten Blutes in den Präparaten von 9 adulten Wanzen und 7 Nymphen. Einzelne Rundformen erschienen stärker abgebläht als nach einer Intervallzeit von 2 Stunden, teilweise waren die Kerne oder das Zytoplasma nicht erkennbar. Vereinzelt blieben nur die Axonema mit Kinetoplast erhalten.

Nach einem Intervall von 9 und 10 Stunden enthielten die Präparate von 6 adulten Wanzen überwiegend verschieden stark angefärbte, aufgeblähte Trypanosomen mit großem, rundem, hellem Kern. Die Parasiten waren teilweise zu Agglomeraten zusammengelagert. Bei einigen Flagellaten war kein Kern erkennbar, gelegentlich schien sich das Axonema um den Zelleib zu wickeln. Teilweise blieben nur die Axonema mit Kinetoplast erhalten. Sehr vereinzelt traten daneben unverändert erscheinende, meist mit Degenerationsformen zusammengelagerte Flagellaten auf.

In Präparaten von 4 adulten Wanzen waren nach Intervallzeiten von 14 bzw. 16 Stunden die Kerne bei der Mehrzahl der unterschiedlich stark ballonierten, sehr blaß angefärbten Trypanosomen nicht erkennbar. Die Zellgrenzen erschienen unscharf. In zunehmendem Maße blieb nur das Axonema, teilweise mit dem Kinetoplasten, erhalten. In Präparaten von 2 adulten Wanzen und 1 Nymphen waren nach einem Intervall von 18 Stunden nur noch sehr vereinzelt Axonema erkennbar.

Triatoma infestans

Ausstrichpräparate des Darminhaltes von 4 *Triatoma infestans*-Nymphen wurden nach Intervallzeiten von 2 und 4 Stunden angefertigt.

2 Stunden nach Aufnahme infizierten Blutes bot sich folgendes Bild: Etwa die Hälfte der Trypanosomen erschien unverändert, daneben traten in relativ geringer Zahl unterschiedlich stark ballonierte und abgeblähte Flagellaten, relativ häufig dagegen einzelne Axonema, z.T. ohne Kinetoplast auf.

Nach 4 Stunden hatte sich die Anzahl unverändert wirkender Trypanosomen verringert, es waren nun vermehrt Degenerationsformen, ballonierte, blaß angefärbte Trypanosomen, teilweise ohne erkennbare Granula oder Kern sowie eine große Anzahl einzelner oder zu Agglomeraten zusammengelagerter Axonema enthalten.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob unter experimentellen Bedingungen *T. evansi* durch einheimische Bremsen- und südamerikanische Raubwanzenarten auf Mäuse übertragen werden kann und wie lange die Trypanosomen ihre Infektionsfähigkeit im Darmtrakt der Insekten behalten.

1. Bremsen (Tabanidae)

Tropische und subtropische Tabanidenspezies werden in endemischen Surragebieten als hauptsächlichste Überträger von *T. evansi*, dem Erreger der Surra, betrachtet. Einheimische Tabanidenarten sind dagegen seit den Untersuchungen von NÖLLER (1916, 1925) als Hauptüberträger der weitgehend apathogenen Trypanosomen des Rindes, *T. theileri*, bekannt. Während *T. evansi*, dem Subgenus Trypanozoon zugehörend, eine durchschnittliche Länge von 34 μm erreicht und für die überwiegende Mehrzahl der Säugetierarten pathogen ist, gilt *T. theileri*, das dem Subgenus Megatrypanum zugerechnet wird und ausschließlich bei Boviden und Cerviden vorkommt, mit einer maximalen Länge von 109 μm (durchschnittlich 46 μm) als eines der größten Säugetiertrypanosomen. Im Gegensatz zu *T. evansi* ist *T. theileri* ohne Schwierigkeiten auf einfachen Kulturmedien züchtbar.

Eine Übertragung von Trypanosomen tropischer und subtropischer Gebiete, insbesondere von *T. evansi*, durch mitteleuropäische Tabanidenarten ist bislang nicht bekannt. Untersuchungen in dieser Richtung sind vor allem deshalb mit Schwierigkeiten verbunden, weil die Zucht einheimischer Tabaniden außerordentlich problematisch und langwierig ist und bisher nur ausnahmsweise gelang.

Bei den vorliegenden Untersuchungen zur Übertragungsfähigkeit einheimischer Tabanidenarten mußte deshalb auf Wildfänge zurückgegriffen werden, selbst auf die Gefahr hin, daß die zur Unter-

suchung verwendeten Bremsen Träger von Parasiten, insbesondere von *T. theileri* sein können. Aufgrund der Tatsache, daß *T. evansi* in Mitteleuropa nicht vorkommt, sich darüber hinaus morphologisch und in seinem biologischen Verhalten signifikant von *T. theileri* unterscheidet, hätte allerdings selbst ein akzidenteller Befall mit letzterer Parasitenart keinen negativen Einfluß auf die Versuche gehabt, da *T. evansi* und *T. theileri* sich durch ihre morphologischen und biologischen Unterschiede unschwer voneinander differenzieren lassen.

Für die Versuche wurden insgesamt 768 Tabaniden 24 verschiedener Arten verwandt. In der ursprünglichen Versuchsplanung war eine größere Anzahl von Tabaniden vorgesehen, deren Fang allerdings aufgrund der kalten und regnerischen Witterungsbedingungen des Sommers 1984 nicht möglich war. Die Bremsen stammten aus dem Steinbachtal bei Lenggries und dem Loisachtal bei Oberau. Sie wurden in der Zeit vom 8. Juli bis 18. August 1984 mit der "Einweg-Flugfalle" nach SCHACHT (1982) gefangen, die sich bei den landschaftlichen Gegebenheiten des Voralpengebietes besonders gut für den Bremsenfang bewährte.

In Vorversuchen wurde die Stechfreudigkeit von 299 Bremsen aus 13 verschiedenen Spezies an den Tierarten geprüft, die unter Laborbedingungen am geeignetsten für Versuche zur Übertragung von *T. evansi* erschienen: Hamster, Maus, Meerschweinchen und Kaninchen. Insgesamt nahmen 12 Tabaniden, 5 Vertreter von *Tab. sudeticus*, 3 von *Tab. maculicornis* und 4 von *Tab. bromius* Blut auf und saugten bis zur Sättigung an den Blutspendern. Die übrigen 287 Exemplare konnten auch bei Verwendung von Stimulantien wie Bestrahlung mit Infrarot-Licht und Erhöhung der CO_2 -Konzentration in den Versuchskäfigen nicht zum Stich animiert werden. Da keine der angebotenen Tierarten bevorzugt bzw. benachteiligt wurde, fanden die folgenden Versuche aus arbeitstechnischen Gründen mit weißen Mäusen statt.

Zur Untersuchung der mechanischen Übertragung von *T. evansi* dienten 27 Vertreter 4 verschiedener Tabanidenarten: 7 *Tab. sudeticus*, 14 *Tab. bromius*, 4 *Tab. maculicornis* und 2 *Haematopota pluvialis*. Die Bremsen nahmen zunächst an stark infizierten Mäusen Blut auf. Nach Unterbrechung des Saugaktes wurden sie dann nach Intervallzeiten von 15-30 Sekunden an nicht infizierte Mäuse angesetzt, an denen sie bis zur Sättigung saugten. Mit diesen Versuchen sollte geprüft werden, ob beim 1. Stechakt aufgenommenes infiziertes Blut in den Mundwerkzeugen verbleibt und bei unmittelbar darauffolgendem Stich in einen 2. Wirt inokuliert, d.h. mechanisch übertragen wird. Die kurze Intervallzeit wurde gewählt um nachzuweisen, ob eine Übertragung grundsätzlich möglich ist. Bei positivem Verlauf der Versuche waren größere Intervalle vorgesehen.

Davon ausgehend, daß aufgrund der anatomischen Gegebenheiten der Stechwerkzeuge der Tabaniden nur kleine Blutmengen, d.h. nur eine relativ geringe Anzahl von Trypanosomen auf mechanische Weise übertragen werden können, wurde der für Mäuse hochvirulente *T. evansi*-Stamm "Manila" für die Versuche gewählt. Schon einzelne Trypanosomen dieses Stammes können zu einer hochgradigen Parasitämie der Maus führen. Die Versuche ergaben, daß keine der verwendeten Tabanidenarten, selbst bei kurz gewählten Intervallen, *T. evansi* von Maus auf Maus übertrug.

Im Gegensatz zum Ergebnis dieser Untersuchungen waren die von SERGENT und SERGENT (1905) in Nordafrika mit Mäusen und Ratten durchgeführten Versuche erfolgreicher. Bei kurzen Saugintervallen, über deren Länge keine näheren Angaben vorliegen, war die Übertragung in 3 Fällen möglich. *Atylotus tomentosus* und *Atylotus nemoralis* übertrugen die Trypanosomen von Ratte auf Ratte, Ratte auf Maus sowie von Maus auf Maus. Während 4 Versuche mit Intervallzeiten von 15, 30, 60 und 70 Minuten erfolglos verliefen, gelang überraschenderweise bei einem Intervall von 22 Stunden durch *Atylotus tomentosus* die Übertragung von Ratte auf Maus.

Auch in Indonesien wurden ähnliche Versuche mit Tabaniden durchgeführt. NIESCHULZ (1930) untersuchte die Übertragung von *T. evansi* von Ratte auf Ratte sowie von Maus auf Maus. Für die Versuche war es dabei vorteilhaft, daß sie im Freien unter natürlichen klimatischen Bedingungen stattfinden konnten. Dabei gelang in 8 Fällen die Übertragung von Trypanosomen von Ratte auf Ratte durch *Tab. rubidus* bei Intervallzeiten von 15 bzw. 30 Minuten. 3 Versuche verliefen allerdings negativ, 2 von Ratte auf Ratte mit *Tab. rubidus* bei einem Intervall von 30 Minuten, 1 Versuch von Maus auf Maus mit *Chrysops dispar* bei einem Intervall von maximal 15 Minuten.

Für den in den vorliegenden Untersuchungen fehlenden Erfolg der Übertragung sind vermutlich weder die Versuchsbedingungen noch die Versuchstierart verantwortlich zu machen, da der *T. evansi*-Stamm "Manila" für Mäuse hochvirulent ist und die infizierten Mäuse zum Zeitpunkt der jeweiligen Übertragungsversuche stets eine hochgradige Parasitämie aufwiesen. Nach Aufnahme infizierten Blutes durch die Tabaniden hätte selbst bei geringen Blutrückständen in den Mundwerkzeugen die Infektion gelingen müssen, da anzunehmen war, daß aufgrund der hohen Parasitämie der Mäuse eine ausreichende Anzahl Trypanosomen im Proboscis zurückgeblieben wäre. Diese hätten entsprechend den Erfahrungen mit diesem Trypanosomenstamm zur Infektion der Mäuse ausreichen müssen.

Wahrscheinlich ist das Mißlingen der Übertragung auch nicht in der Versuchstechnik begründet, da die Durchführung der Versuche in ähnlicher Form erfolgte, wie sie von NIESCHULZ (1930) und YUTUC (1949) beschrieben wurde und die Untersuchungen dieser Verfasser zum Erfolg führten.

Was die klimatischen Gegebenheiten der Versuche betrifft, so waren diese bei den Versuchen anderer Autoren, insbesondere von NIESCHULZ (1930) zweifellos günstiger, da sie unter für

Bremsen optimalen klimatischen Verhältnissen stattfanden, was bei den vorliegenden Untersuchungen sicherlich nicht der Fall war. Obwohl die Tabaniden unter möglichst physiologischen Klimabedingungen, d.h. einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 27°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% gehalten wurden, überlebten sie durchschnittlich nur 5,6 Tage, was einen Hinweis auf die Problematik der Tabanidenhaltung gibt. Ähnliche Schwierigkeiten kommen auch bei den Untersuchungen von WYNINGER (1953) zum Ausdruck, der bei einer Haltung der Tabaniden bei 26°C und 90% relativer Luftfeuchtigkeit Überlebenszeiten von nur 8,5 bzw. 7,5 Tagen für *Tab. bromius* bzw. *Tab. glaucopis*, von 6,5 Tagen für *Tab. bovinus* und von 5,5 Tagen für *Haematopota pluvialis* beobachtete, während die Lebenszeit der Fliegen in der freien Natur nach den Beobachtungen des Autors bei *Tab. bromius* bis zu 16 Tage, bei *Tab. glaucopis* bis zu 12 Tage betrug. Ähnliche physiologische Lebenszeiten können sicherlich auch für andere einheimische Tabanidenarten angenommen werden, da während der sommerlichen Flugzeit der Bremsen auch Kaltwetterperioden auftreten, die die Tiere überdauern müssen, um den Bestand ihrer Art nicht zu gefährden.

Was die Stechfreudigkeit der Tabaniden betrifft, so war diese unter Laborbedingungen äußerst gering, was sich darin zeigte, daß von 768 gefangenen Bremsen nur 59 Exemplare zur Blutaufnahme stimuliert werden konnten. NIESCHULZ (1930) berichtete von ähnlichen Erfahrungen mit Tabaniden-Wildfängen. Auch nach seinen Beobachtungen konnte selbst unter tropischen Klimaverhältnissen nur ein "geringer Teil" der Tabaniden zum Saugen gebracht werden. Ähnliche Erfahrungen machte auch YUTUC (1949), in dessen Versuchen ebenfalls nur ein geringer Prozentsatz der Bremsen zur Blutaufnahme bereit war.

Anatomische Gegebenheiten, insbesondere die Größe der Mundwerkzeuge der Tabaniden, mit denen unterschiedliche Mengen infi-

zierten Blutes übertragen werden können, waren vermutlich nicht ausschlaggebend für den fehlenden Erfolg der vorliegenden Versuche, zumal NIESCHULZ (1930) durch Tabaniden der Arten *Tab. rubidus* (16-20 mm), *Tab. immanis* (20 mm), *Tab. fumifer* (16-17 mm), *Tab. striatus* (11-15 mm) sowie *Chrysops fasciata* (8-11 mm) die Trypanosomen erfolgreich übertragen konnte, Spezies, die in ihrer Größe den hier verwendeten Bremsenarten entsprachen. Im Gegensatz zu YUTUC (1949), der die Übertragungsfähigkeit der Tabaniden auf die Größe ihrer Stechwerkzeuge zurückführte, scheint mir dieser anatomische Faktor keinen entscheidenden Einfluß auf das Versuchsergebnis auszuüben, zumal NIESCHULZ (1930), wie bereits erwähnt, die Übertragung von *T. evansi* durch Tabaniden gelang, die in ihrer Größe den hier verwendeten einheimischen Bremsenarten entsprachen.

Die mangelnde Übertragungsfähigkeit der einheimischen Tabanidenarten ist meiner Ansicht nach dahingehend zu interpretieren, daß Bremsen gemäßigter Klimazonen nicht zur Übertragung von *T. evansi* in der Lage sind. Dies könnte beispielsweise durch physiologische Gegebenheiten, wie den pH-Wert des Speichels, das Darmmilieu, o.ä., bedingt sein. Für diese Annahme spricht auch das Ergebnis der Überlebenszeit von *T. evansi* im Bremsendarm. Nach Aufnahme stark infizierten Blutes waren zu keinem Zeitpunkt durch Inokulation des Tabaniden-Darminhaltes in Mäuse infektionsfähige Trypanosomen nachweisbar.

Wie SERGENT und SERGENT (1905) sowie MITZMAIN (1913b) zeigten, waren im Darmtrakt der erfolgreich zur Übertragung von *T. evansi* verwendeten Tabanidenspezies *Atylotus tomentosus*, *Atylotus nemoralis* bzw. *Tab. striatus* die Trypanosomen mit einer Zeit von 50 Minuten bzw. 30 Stunden deutlich länger lebensfähig. Dies könnte darauf hindeuten, daß diese Tabanidenarten von Natur aus besser zur Übertragung der Trypanosomen geeignet sind.

Hinsichtlich der Zahl der in den vorliegenden Versuchen verwendeten Tabaniden, von 768 waren nur 59 Exemplare zur Blutaufnahme bereit, könnte angeführt werden, daß diese nicht ausreicht, endgültige Schlußfolgerungen bezüglich der Übertragungsfähigkeit von *Tab. sudeticus*, *Tab. maculicornis*, *Tab. bromius* und *Haematopota pluvialis* zu ziehen. Von den 27 für die Übertragungsversuche verwendeten Bremsen hatten jedoch alle sowohl an infizierten Mäusen Blut aufgenommen als auch nach Unterbrechung des Saugaktes ihre Blutmahlzeit an trypanosomenfreien Mäusen fortgesetzt. Bei der Kürze des Intervalles müßte, sofern einheimische Arten überhaupt zur Übertragung von *T. evansi* fähig sind, postuliert werden, daß zumindest einige der Bremsen Parasiten übertragen hätten.

Die Untersuchungen anderer Autoren zeigten allerdings, daß auch bei Versuchen mit nachweislich übertragungsfähigen Tabanidenspezies nur ein geringer Teil der Bremsen die Flagellaten übertrug. Es ist deshalb einzuräumen, daß bei Verwendung einer größeren Anzahl von Tabaniden eine Übertragung von *T. evansi* u.U. möglich gewesen wäre.

Die Frage der Übertragungsfähigkeit einheimischer Tabaniden könnte zweifellos zuverlässiger durch Untersuchungen geklärt werden, wie sie bereits von MITZMAIN (1913b) beschrieben wurden. Die Versuche sollten dabei in großen Volierenkäfigen unter möglichst physiologischen Bedingungen für die Bremsen stattfinden und unter Verwendung von Tierarten, wie Pferden oder Rindern, die als natürliche Wirte der Tabaniden sowie für die Epidemiologie der Surra von Bedeutung sind, durchgeführt werden. Dabei wäre endgültig und zweifelsfrei nachzuweisen, ob Vertreter der einheimischen Arten in der Lage sind, *T. evansi* mechanisch zu übertragen. Diese Versuchsanordnung könnte jedoch keinen Aufschluß darüber geben, bei welchen Intervallen eine Übertragung stattgefunden hat, da die Kontrolle einzelner Bremsen nicht möglich wäre.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit waren derartige Untersuchungen infolge des damit verbundenen hohen technischen und finanziellen Aufwandes allerdings nicht durchführbar.

2. Raubwanzen (Reduviidae)

Raubwanzen sind in Lateinamerika als Zwischenwirte und zyklisch-kontaminative Überträger von *T. cruzi*, dem Erreger der Chagas-Krankheit des Menschen bekannt. Diese parasitäre Zooanthropose ist in Mexiko, Mittelamerika und dem größten Teil Südamerikas endemisch und stellt eine gesundheitliche Gefährdung für annähernd 35 Millionen Menschen dar. Raubwanzen gelten als einzige epidemiologisch bedeutsame Überträger von *T. cruzi*. Auch für *T. rangeli*, einer für den Menschen apathogenen Trypanosomenspezies, und *T. conorhini*, einer Trypanosomenart der Ratte, sind Raubwanzen, insbesondere *Rhodnius prolixus* bzw. *Triatoma rubrofasciata*, als Überträger und Zwischenwirte von Bedeutung.

Das Verbreitungsgebiet der Reduviiden stimmt in weiten Teilen mit den Surra-endemischen Gebieten Lateinamerikas überein, so daß angesichts des breitgefächerten Wirtsspektrums der Raubwanzen, die an einer Vielzahl *T. evansi*-empfindlicher Tierarten Blut aufnehmen, eine Infektion der Wanzen mit *T. evansi* bzw. eine Übertragung des Parasiten durch Triatomen denkbar wäre. Eine solche Übertragung ist bisher jedoch nicht bekannt.

In der vorliegenden Arbeit wurde geprüft, ob *T. evansi* durch den Stich von Reduviiden der Spezies *Rhodnius prolixus*, *Dipetalogaster maximus* und *Triatoma infestans* übertragen werden kann und wie lange die Flagellaten im Darm der Wanzen infektiösfähig bleiben.

Ähnlich wie bei den Versuchen mit einheimischen Tabaniden nahmen die Wanzen zunächst etwa 5 Minuten lang Blut an stark infi-

zierten Mäusen auf. Nach Unterbrechung des Saugaktes wurden sie an nicht infizierte Mäuse angesetzt, an denen sie ihre Blutmahlzeit etwa 15-30 Minuten lang bis zur Sättigung fortsetzten. Im Gegensatz zu den Tabaniden nahmen die Wanzen bereitwillig Blut an den Versuchstieren auf. Die Intervallzeiten zwischen dem Stich an infizierten Mäusen und der erneuten Blutaufnahme an trypanosomenfreien Mäusen betrugen zwischen 0,5 bis 240 Minuten.

Die Versuche ergaben, daß, im Gegensatz zu einheimischen Tabaniden, die mechanische Übertragung von *T. evansi* durch Raubwanzen der Spezies *Rhodnius prolixus*, einer kleinen bis mittelgroßen Wanzenart und *Dipetalogaster maximus*, einer der größten Reduviidenspezies, bis zu einem Intervall von maximal 2 Minuten möglich war. Sie gelang sowohl durch adulte Wanzen als auch durch Larven des 2. und 3. Stadiums von *Rhodnius prolixus*. Bei *Dipetalogaster maximus* wurden die Trypanosomen ein einziges Mal durch eine adulte Wanze übertragen. Eine Veränderung der biologischen Eigenschaften von *T. evansi* wurde dabei nicht beobachtet.

Nach Aufnahme einer vollständigen Blutmahlzeit an stark infizierten Mäusen blieb *T. evansi* im Darm von *Triatoma infestans* 4 Stunden, von *Rhodnius prolixus* und von *Dipetalogaster maximus* 7 bzw. 9 Stunden infektiösfähig. Das Infektionsverhalten der Parasiten veränderte sich jedoch bei zunehmender Verweildauer im Wanzendarm. Während nach 2stündigem Aufenthalt der Trypanosomen im Darm von *Dipetalogaster maximus* bzw. von *Rhodnius prolixus* eine durchschnittliche Präpatenzzeit von 1 bzw. 1,8 Tagen und eine durchschnittliche Überlebenszeit von 3 bzw. 4,5 Tagen vorlagen, verlängerten sich diese Werte nach Übertragung von Trypanosomen, die sich 9 bzw. 7 Stunden im Darm der Wanzen befunden hatten, auf 1-9 bzw. 8-9 sowie auf 5-20 bzw. 14-16 Tage. Nach 4stündigem Aufenthalt der Trypanosomen im Darm von *Triatoma infestans* veränderten sich die Werte dagegen nicht wesentlich.

Während des Zeitraumes, in dem infektiöse Stadien von *T. evansi* im Darm der Wanzen nachgewiesen werden konnten, waren bei der mikroskopischen Untersuchung Giemsa-gefärbter Ausstriche sowohl morphologisch unveränderte als auch veränderte Trypanosomen im Darminhalt nachweisbar. Zu einem späteren Zeitpunkt wiesen dagegen nahezu alle Trypanosomen morphologische Veränderungen wie Aufhellung, Verlust der undulierenden Membran, Aufblähung des Zelleibes, Quellung und Verlust des Kerns sowie Verlust des Kinetoplasten auf.

Ähnliche Versuche wurden von DIAZ-UNGRIA (1966) durchgeführt. Der Autor übertrug *T. evansi* auf Meerschweinchen und Mäuse, indem er den Darminhalt von *Rhodnius prolixus* unmittelbar nach Aufnahme stark infizierten Blutes durch die Wanzen in die Labornager inokulierte. Im Darm von *Rhodnius prolixus* wies er *T. evansi* mikroskopisch 1 Stunde nach Aufnahme erregerrhaltigen Blutes nach, während bei einer 2. Untersuchung nach 24 Stunden keine Trypanosomen mehr erkennbar waren. Diese Ergebnisse sind allerdings nur begrenzt mit den Resultaten der vorliegenden Untersuchungen vergleichbar, in denen die Trypanosomen nach unterschiedlich langer Aufenthaltsdauer im Wanzendarm, frühestens nach 2 Stunden, auf Mäuse übertragen wurden. Darüber hinaus führte DIAZ-UNGRIA (1966) die mikroskopische Untersuchung des Wanzendarmes nur in großen zeitlichen Abständen durch und beschrieb keine morphologischen Veränderungen der Parasiten.

Mit den vorliegenden Versuchen konnte erstmals gezeigt werden, daß Raubwanzen (*Rhodnius prolixus* und *Dipetalogaster maximus*) in der Lage sind, *T. evansi* unter experimentellen Bedingungen durch ihren Stich, d.h. mechanisch, von Maus auf Maus zu übertragen. Darüber hinaus wurde nachgewiesen, daß *T. evansi* im Darm von *Triatoma infestans* mindestens 4, von *Rhodnius prolixus* bis zu 7 und von *Dipetalogaster maximus* bis zu 9 Stunden infektiösfähig bleibt. Aufgrund dieser Gegebenheiten wäre es denkbar, daß die genannten Arten von Raubwanzen für eine begrenzte Zeit ein Reservoir für *T. evansi* bilden könnten. Eine

Übertragung wäre u.U. in der Weise möglich, daß insektenfressende Säuger parasitenhaltige Triatomen aufnehmen und sich dabei mit *T. evansi* infizieren. Die Beobachtung, daß *T. evansi* im Darm von adulten *Dipetalogaster maximus* 2 Stunden länger infektiösfähig bleibt als im Verdauungstrakt von Nymphen und Larven des 3. Stadiums von *Rhodnius prolixus*, ist wahrscheinlich auf die unterschiedliche Menge des aufgenommenen Blutes zurückzuführen. Während adulte *Dipetalogaster maximus*-Weibchen bei einer Blutmahlzeit bis zu 2000 mg Blut aufnehmen, betragen die Werte für *Rhodnius prolixus*-Nymphen ca. 280 mg und für Larven des 3. Stadiums ca. 47 mg. Es wäre daher denkbar, daß bei der Aufnahme größerer Blutmengen das trypanosomenfreundliche Milieu im Magen der Wanzen länger erhalten bleibt und der Abbau der Trypanosomen langsamer verläuft als bei einer weniger umfangreichen Blutmahlzeit.

Welche Bedeutung den Raubwanzen in der Epidemiologie der Surra zukommt, ist zur Zeit nicht abzusehen, da keine Feldversuche bzw. Versuche mit größeren Haustieren durchgeführt wurden. Sicherlich spielen Reduviiden eine weit geringere Rolle als Tabaniden bei der Übertragung von *T. evansi*, nicht zuletzt deshalb, weil sich beide Insektenarten in ihrem physiologischen Verhalten bei der Nahrungsaufnahme deutlich voneinander unterscheiden. Während Raubwanzen in der Regel ihre Blutmahlzeit an einem einzigen Wirt aufnehmen, rufen Bremsen infolge ihres schmerzhaften Stiches Abwehrbewegungen der Wirtstiere hervor, was zu häufigem Wirtswechsel führt. Es wäre deshalb vorstellbar, daß die mechanische Übertragung von *T. evansi* durch Raubwanzen zwar möglich ist, vermutlich jedoch weit seltener stattfindet als bei Tabaniden.

In epidemiologischer Hinsicht könnte die Tatsache, daß *T. evansi* im Wanzendarm mehrere Stunden überlebt und infektiösfähig bleibt in solchen Fällen von Bedeutung sein, in denen infizierte Wanzen von insektenfressenden Säugern, beispielsweise Opossums

(*Didelphis* spp.) oder Waldratten (*Neotoma* spp.), aufgenommen werden. Eine perorale Übertragung von *T. evansi*, wie sie bei Carnivoren durch infiziertes Fleisch bekannt ist, wäre daher denkbar. Der Nachweis einer solchen Übertragung über Raubwanzen auf Mäuse war in den vorliegenden Untersuchungen leider nicht möglich, da die Labormäuse Raubwanzen als Nahrung verschmähten.

Die Ergebnisse meiner Arbeit lassen darauf schließen, daß unter natürlichen Bedingungen Raubwanzen der Spezies *Rhodnius prolixus*, *Dipetalogaster maximus* und *Triatoma infestans* und wahrscheinlich auch Vertreter anderer Triatomenarten eine gewisse Rolle als potentieller Überträger der Surra spielen und darüber hinaus auch ein kurzfristiges Reservoir für den Erreger darstellen können.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Neben der Zusammenstellung einer umfassenden Literaturübersicht sollten in der vorliegenden Arbeit vorrangig zwei Fragestellungen untersucht werden:

1. Möglichkeiten einer mechanischen Übertragung von *T. evansi* auf Mäuse durch einheimische Tabaniden und südamerikanische Raubwanzen.
2. Untersuchungen zur Überlebensdauer von *T. evansi* im Darmtrakt von Tabaniden und Triatomen.

Insgesamt wurden 768 Tabaniden 24 verschiedener Arten aus 6 Gattungen für die Übertragungsversuche verwendet. Die Bremsen stammten aus Oberbayern und wurden in der Zeit von Juli bis August 1984 gefangen. Von den 768 Tabaniden konnten 691 Exemplare selbst nach Stimulation nicht zur Blutaufnahme bewegt werden bzw. verendeten vorzeitig. Mit 77 Tabaniden wurden die Versuche zur Übertragung von *T. evansi* und zum Nachweis im Darm und in den Speicheldrüsen der Bremsen durchgeführt.

Die Versuche zur mechanischen Übertragung von *T. evansi* wurden bei Intervallzeiten von maximal 30 Sekunden mit Vertretern der Spezies *Tab. sudeticus*, *Tab. bromius*, *Tab. maculicornis* und *Haematopota pluvialis* am Modell der Maus durchgeführt. Die Übertragung der Trypanosomen gelang in keinem Fall. Im Darmtrakt und in den Speicheldrüsen der Tabaniden waren 24 Stunden nach Aufnahme infizierten Blutes keine Trypanosomen nachweisbar.

Mit Raubwanzen der Spezies *Rhodnius prolixus* (93 Exemplare), *Dipetalogaster maximus* (51 Exemplare) und *Triatoma infestans* (10 Exemplare) wurde die mechanische Übertragung von *T. evansi* auf Mäuse bei Intervallzeiten von 0,5-240 Minuten untersucht. Die Übertragung von *T. evansi* war bei einem Intervall von maximal 2 Minuten mit *Rhodnius prolixus* und *Dipetalogaster maximus* möglich. Infektionsfähige Trypanosomen wurden im Darminhalt von *Triatoma infestans* bis 4, von *Rhodnius prolixus* bis 7 und von *Dipetalogaster maximus* bis 9 Stunden nach der Blutmahlzeit nachgewiesen.

Summary

First the present investigations aimed to explore whether local species of tabanids and some species of south-american reduviids are able to transmit *T. evansi* mechanically to mice. Furthermore the surviving time of the trypanosomes in the intestinal tract of the tabanids and the triatomines was to determine.

In addition an extensive review of literature was to be given.

768 tabanids out of 24 species have been used for the experiments. The tabanids have been caught in the period of July to August 1984 in Bavaria. 691 tabanids couldn't be stimulated to take a bloodmeal respectively died a few days after catching. 77 tabanids served for the transmission.

The transmission experiments were carried out with *Tab. sudeticus*, *Tab. bromius*, *Tab. maculicornis* and *Haematopota pluvialis*. The flies were fed on *T. evansi*-infected mice. After interruption of the bloodmeal they have been transferred to healthy mice at an interval up to 30 seconds. The mechanical transmission of *T. evansi* by tabanids was not possible. *T. evansi* could not be traced in the intestinals and the salivary glands of tabanids after a period of 24 hours.

Additionally transmission experiments were carried out with the reduviid species *Rhodnius prolixus* (93 specimens), *Dipetalogaster maximus* (51 specimens) and *Triatoma infestans* (10 specimens). The interval period ranged from 0,5 to 240 minutes. *T. evansi* was mechanically transmitted to mice by *Dipetalogaster maximus* and *Rhodnius prolixus* at an interval period in the intestinals of *Triatoma infestans* up to 4 hours, of *Rhodnius prolixus* up to 7 hours and of *Dipetalogaster maximus* up to 9 hours after bloodmeal.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

- Acosta, J.L., C. Romaña (1938): Infección del murciélago *Desmodus rotundus rotundus* (E. Geoffroy) por *Trypanosoma equinum* (Elmassiani) y transmisión del "Mal de Caderas" por su mordedura.
Mem. Inst. O. Cruz 33, 291-295
- Adkins, T.R., W.B. Ezell, Jr., D.C. Sheppard, M.M. Askey, Jr. (1972): A modified canopy trap for collecting Tabanidae (Diptera).
J. Med. Entomol. 9, 183-185
- Assoku, R.K.G. (1975): Immunological studies of the mechanism of anaemia of experimental *Trypanosoma evansi* infection in rats.
Int. J. Parasitol. 5, 137-145
- Axtell, R.C., T.D. Edwards, J.C. Dukes (1975): Rigid canopy trap for Tabanidae (Diptera).
J. Georgia Entomol. Soc. 10, 64-67
- Barrass, R. (1960): The settling of female *Haematopota insidiatrix* Austen (Diptera: Tabanidae) on cloth screens.
Entomol. Exp. Appl. 3, 257-266
- Bauer, B. (1974): Zur Ökologie und Bekämpfung der Tabaniden.
Vet. Med. Diss., Wien
- Bauer, B., H. Wetzel (1974): Versuche mit Fliegenfallen zur Tabanidenbekämpfung auf der Weide.
Tierärztl. Umschau 29, 206-210
- Bhattacharyya, U.K., P.K. Sinha (1974): Behaviour of experimental infection of *Trypanosoma evansi* in guinea pig.
Ind. J. Anim. Hlth. 13, 47-51
- Blume, R.R., J.A. Miller, J.L. Eschle, J.J. Matter, M.O. Pickens (1972): Trapping Tabanids with modified Malaise traps baited with CO₂.
Mosq. News 32, 90-95
- Bonne, C. (1937): The natural host of *Trypanosoma* (Crithidia) conorhini Donovan.
Am. J. Trop. Med. 17, 393-399
- Bonne, C., W. Mooy (1937): Über *Trypanosoma conorhini*, eine Trypanosomenart der Hausratte auf Java und ihre Übertragung.
Festschrift B. Nocht, Hamburg, 46-48

- Brack, C. (1968): Elektronenmikroskopische Untersuchungen zum Lebenszyklus von *Trypanosoma cruzi*. Unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklungsformen im Überträger *Rhodnius prolixus*.
Acta Trop. 25, 289-356
- Bracken, G.K., W. Hanec, A.J. Thorsteinson (1962): The orientation of horse flies and deer flies (Tabanidae: Diptera). II. The role of some visual factors in the attractiveness of decoy silhouettes.
Can. J. Zool. 40, 685-695
- Bracken, G.K., A.J. Thorsteinson (1965): The orientation behaviour of horse flies and deer flies. IV. The influence of some physical modifications of visual decoys on orientation of horse flies.
Ent. Exp. Appl. 8, 314-318
- Brener, Z. (1971): Life cycle of *Trypanosoma cruzi*.
Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 13, 171-178
- Brumpt, E. (1914): Importance du cannibalisme et de la coprophagie chez les Réduvidés hématophages (*Rhodnius*, *Triatoma*) pour la conservation des trypanosomes pathogènes en dehors de l'hôte vertébré.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 7, 702-705
- Burnett, A.M., K.L. Hays (1974): Some influences of meteorological factors on flight activity of female horse flies (Diptera: Tabanidae).
Environ. Entomol. 3, 515-521
- Catts, E.P. (1970): A canopy trap for collecting Tabanidae.
Mosq. News 30 472-474
- Chaudhuri, R.P., P. Kumar, M.H. Khan (1966): Role of stable-fly, *Stomoxys calcitrans*, in the transmission of Surra in India.
Ind. J. Vet. Sci. 36, 18-28
- Choudhury, A., K.K. Misra (1972): Experimental infection of *Trypanosoma evansi* in the cat.
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 66, 672-673
- Chvála, M., W.-D. Eichler (1977): Die Mühlfeld'sche Bremse (*Hybomitra muehlfeldi*) nebst ergänzenden Hinweisen auf andere mitteleuropäische Tabaniden-Arten. Merkblätter über angewandte Parasitenkunde und Schädlingsbekämpfung, Merkbl. Nr. 24
Beilage zu *Angew. Parasitol.* 18 (4)
- Chvála, M., L. Lyneborg, J. Moucha (1972): The horse flies of Europe (Diptera Tabanidae).
Entomol. Soc. Copenhagen

- Clark, H.C. (1948): Equine trypanosomiasis - Murrina of Panama.
Proc. IV. Congr. Trop. Med. Malaria, Washington, 2, 1342-1350
- Clark, H.C., T.L. Casserly, I.O. Gladish (1933): Equine Trypanosomiasis - "Murrina" or "Derrengadera". Some notes on the disease in Panama.
J. Am. Vet. Med. Assoc. 83, 358-389
- Collins, W.E. (1963): Transmission of Semliki Forest Virus by Anopheles albimanus using membrane feeding techniques.
Mosq. News 23, 96-99
- Cross, H.E. (1923): A further note on surra transmission experiments with Tabanus albimediis and ticks.
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 16, 469-474
- Curry, J.J. (1902): I. "Surra" or Nagana. A report of an acute, fatal, epidemic disease affecting horses and other animals; with studies on the mode of transmission etc.. II. On the dissemination of "Surra" by means of the biting fly (the Stomoxys calcitrans), with recommendations as to measures of this disease: A report to the Surgeon-General of the army.
Am. Med. 2, 95-99
- D'Allesandro, A., S. Mandel (1969): Natural infections and behaviour of Trypanosoma rangeli and Trypanosoma cruzi in the vector Rhodnius prolixus in Colombia.
J. Parasitol. 55, 846-852
- Deane, M.P. (1947): Occorência do Trypanosoma conorrhini em "barbeiros" e em rato no cidade de Belém, Pará, e se cultivo em meio de NNN.
Rev. Serv. expec. Saude publ. (Brazil) 1, 433-448
- De Jesus, Z. (1951): Studies on the control of Surra. V. Experiments on Surra transmission.
Nat. Appl. Sci. Bull. 11, 191-207
- De Jesus, Z. (1962): Resistance of Trypanosoma evansi determined by its relative viability in surra blood and meat.
Philipp. J. Vet. Med. 1, 3-9
- Dennig, H.K. (1977): Verlauf der Trypanosoma evansi-Infektion beim Kaninchen.
Trop. Med. Parasitol. 28, 279
- Dias, E. (1934): Estudos sobre o Schizotrypanum cruzi.
Mem. Inst. O. Cruz 28, 1-107

- Dias, E. (1956a): Chagas' disease.
World-Atlas of Epidemic Diseases (Weltseuchenatlas), Ed.
Rodenwaldt, Hamburg, 2, 135
- Dias, E. (1956b): Observações sobre eliminação de dejeções
e tempo se sucção em alguns triatomíneos sul-americanos.
Mem. Inst. O. Cruz 54, 115-124
- Dias, E., C.A. Campos Seabra (1943): Sobre o Trypanosoma
conorrhini, hemoparasito do rato transmitido pelo Tria-
toma rubrofasciata. Presença do vector infectado na
cidade do Rio de Janeiro.
Mem. Inst. O. Cruz 39, 301-329
- Dias, E., A.C. Chandler (1949): Moléstias humanas trans-
mitidas por hemipteros sugadores.
Mem. Inst. O. Cruz 47, 403-414
- Diaz-Ungria, C. (1966): Transmission du Trypanosoma cruzi
chez les mammifères.
Ann. Parasitol. hum. comp. 41, 549-571
- Donovan, C. (1909): Kala azar in Madras.
Trans. Bombay Med. Congr. Febr., 24, 159-166
- Dunn, L.H. (1932): Experiments in the transmission of Try-
panosoma hippicum Darling with the vampire bat Desmodus
retundus murinus Wagner, as a vector in Panama.
J. Prevent. Med. 6, 415-424
- Einwald, M. (1976): Klinische und serologische Untersuchun-
gen mit Trypanosoma evansi infizierten Goldhamstern.
Vet. Med. Diss., München
- Evans, G. (1881): On a horse disease in India, known as
"surra", probably due to a Haematozoon.
Vet. J. 13, 1-10, 82-88, 180-200, 326-332
- Everett, R., J.L. Lancaster, Jr. (1968): A comparison of
animal- and dry-ice-baited traps for the collection
of tabanids.
J. Econ. Entomol. 61, 863-864
- Fistein, B., M.N.H. Chowdhury (1969): The uptake of Try-
panosoma cruzi by Rhodnius prolixus and its later
excretion.
Trans. R. Soc. Trop. Hyg. 63, 883-884

- Fistein, B., M.A.S. Talukder, M.N.H. Chowdhury, A.R. Deer (1973): 1. Inheritance of the ability to transmit *T. cruzi* in *Rhodnius prolixus*. 2. Natural and aquired inhibitory factors in animal sera against *T. cruzi* in culture. 3. Ability of all immature and mature stages of *Rhodnius prolixus* to infection with *T. cruzi*. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 67, 10
- Fletcher, T.B. (1916): Report of the imperial pathological entomologist.
Rep. Agric. Res. Inst., Pusa 1915-16, 78-84
- Floch, H. (1952): Sur la présence de *Triatoma rubrofasciata* de Geer et sur son infection naturelle par *T. conorrhini* (Donovan) en Guadeloupe et en Guyane Française.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 45, 222-227
- Floch, H., E. Abonnenc (1949): Sur l'identification de *Trypanosoma conorrhini* (Donovan 1909): Sa presence en Guyane Française.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 42, 221-229
- Fredeen, F.J.H. (1961): A trap for studying the attacking behaviour of black flies, *Simulium arcticum* Mall.
Can. Entomol. 93, 73-78
- Friedhoff, K.T., J. Petrich, M. Hoffmann, G. Büscher (1984): Trypanosomas in Cervidae in Germany.
Zentralbl. Bakt. Mikrobiol. Hyg. Abt. 1 Orig.A 256, 286-287
- Friend, W.G., C.T.H. Choy, E. Cartwright (1965): The effect of nutrient intake on the development and the egg production of *Rhodnius prolixus* Stahl (Hemiptera; Reduviidae).
Can. J. Zool. 43, 891-904
- Gardiner, B.O.C., S.H.P. Maddrell (1972): Techniques for routine and large-scale rearing of *Rhodnius prolixus* Stahl (Hem., Reduviidae).
Bull. Entomol. Res. 61, 505-515
- Goodchild, A.J.P. (1955): Some observations on growth and egg production of the blood-sucking Reduviids, *Rhodnius prolixus* and *Triatoma infestans*.
Proc. R. Entomol. Soc. London (A), 30, 137-144
- Granger, C.A. (1970): Trap design and colour as factors in trapping the Salt Marsh Greenhead Fly.
J. Econ. Entomol. 63, 1670-1672

- Gressitt, J.L., M.K. Gressitt (1962): An improved Malaise trap.
Pacific Insects 4, 87-90
- Grewal, M.S. (1956): Trypanosoma rangeli Tejera, 1920, in
its vertebrate and invertebrate hosts.
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 50, 301-302
- Grewal, M.S. (1957): Pathogenicity of Trypanosoma rangeli
Tejera in the invertebrate host.
Exper. Parasitol. 6, 123-130
- Groot, H. (1952): Further observations on Trypanosoma
ariarii of Colombia, South America.
Am. J. Trop. Med. Hyg. 1, 585-592
- Hansens, E.J., E.M. Bosler, J.W. Robinson (1971): Use of
traps for study and control of saltmarsh Greenhead flies.
J. Econ. Entomol. 64, 1481-1485
- Harington, J.S. (1960): A simple apparatus for the arti-
ficial feeding of Rhodnius prolixus (Hemiptera,
Reduviidae).
Parasitol. 50, 273-277
- Hennig, W. (1973): Diptera - Handbuch der Zoologie.
IV: Arthropoda.
2/31, 39-40. Walter de Gruyter Verlag, Berlin-New York
- Hentschel, H. (1979): Die Biologie einheimischer Bremsen
(Diptera, Tabanidae):
Tierärztl. Prax. 7, 1-8
- Herbig-Sandreuter, A. (1955): Experimentelle Untersuchungen
über den Cyclus von Trypanosoma rangeli Tejera 1920
im Warmblüter und in Rhodnius prolixus.
Acta Trop. 12, 261-264
- Hoare, C.A. (1950): Races of Trypanosoma evansi produced
by mutation.
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 43, 360-362
- Hoare, C.A. (1956): Morphological and taxonomic studies
on mammalian trypanosomes. VIII. Revision of Trypano-
soma evansi.
Parasitol. 46, 130-172
- Hoare, C.A. (1965): Vampire bats as vectors and hosts of
equine and bovine trypanosomes.
Acta Trop. 22, 204-216

- Hoare, C.A. (1969): Does Chagas disease exist in Asia?
(Further contribution to this problem).
J. Trop. Med. Hyg. 72, 282
- Hoare, C.A. (1972): The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
- Hornbostel, H., W. Kaufmann, W. Siegenthaler (1985): Innere Medizin in Praxis und Klinik. III. Blut und blutbildende Organe, Immunologie und Infektionen, physikalische Einwirkungen.
G. Thieme Verlag, Stuttgart, New York
- Hughes, R.D., P. Duncan, J. Dawson (1981): Interactions between Camargue horses and horseflies (Diptera: Tabanidae).
Bull. Entomol. Res. 71, 227-242
- Jansen, G. (1941): Contribuição ao estudo do Mal de Cadeiras na Ilha de Marajo.
Mem. Inst. O. Cruz 36, 347-361
- Johnson, C.M. (1936a): A natural infection of *Trypanosoma hippicum* Darling in the vampire bat *Desmodus rotundus murinus* Wagner.
Am. J. Trop. Med. 16, 59-62
- Johnson, C.M. (1936b): Further studies on the transmission of *Trypanosoma hippicum* Darling by the vampire bat *Desmodus rotundus murinus* Wagner.
Am. J. Trop. Med. 16, 163-173
- Kelser, R.A. (1927): Transmission of surra among animals of the equine species.
Philipp. J. Sci. 34, 115-139
- Killick-Kendrick, R. (1964): The apparent loss of the kinetoplast of *T. evansi* after treatment of an experimental infected horse with Berenil.
Ann. Trop. Med. Parasitol. 58, 481-488
- Kirmse, P., G. Taylor-Lewis (1978): Ticks as possible vectors of trypanosomes. In: Tick borne diseases and their vectors. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, Lewis Printers Ltd., 177-180
- Kloft, W., A. Schlagbauer (1965): Eine Apparatur zur Massenfütterung blutsaugender Insekten durch künstliche Membranen.
Biol. Zentralblatt 84, 181-184

- Kniepert, F.-W. (1979): Beschreibung einer modifizierten Manitoba-Falle zum Fang weiblicher Bremsen (Diptera: Tabanidae).
Z. angew. Zool. 66, 93-99
- Kniepert, F.-W. (1982): Der Einfluß verschiedener Witterungsfaktoren auf die Flugaktivität der Bremsen (Diptera, Tabanidae).
Z. angew. Entomol. 93, 191-207
- Knudsen, A.B., D.M. Rees (1968): Methods used in Utah for sampling Tabanid populations.
Mosq. News 28, 356-361
- Krehan, J. (1974): Methods of artificial rearing of *Triatoma infestans* Klug and *Rhodnius prolixus* Stål of defibrinated blood.
Proc. 3rd intern. Congr. Parasitol. München, 2, 875-876
- Kriegsmann, B.J. (1933): Biologische Untersuchungen über das System Wirtstier - Parasit. I. und II. Teil. Die Entwicklung von *T. evansi* in Maus und Ratte.
Z. Parasitenkd. 5, 592-678
- Lafont, A. (1912a): Trypanosomide d'un Réduvidé (*Conorhinus rubrofasciatus*) inoculable au rat et à la souris.
Ann. Inst. Pasteur 26, 893-922
- Lafont, A. (1912b): Note sur un Trypanosomide du *Conorhinus rubrofasciatus* et son inoculation au rat et à la souris.
C.R. Soc. Biol. 72, 300-382
- Laird, M. (1966): Trypanosomes of Malaysian rats.
Proc. I. Intern. Congr. Parasitol., Rome, 1, 314
- Langley, P.A., R.W. Pimley (1978): Rearing triatomine bugs in the absence of a live host and some effects of diet on reproduction on *Rhodnius prolixus* Stål (Hemiptera: Revuidiidae).
Bull. Entomol. Res. 68, 243-250
- Languillon, J. (1951): Note sur la présence de *Triatoma rubrofasciata* en Guadeloupe et son infection naturelle par *Trypanosoma conorrhini*.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 5-6, 316-317
- Laveran, A., F. Mesnil (1904): Trypanosomes et trypanosomiasés.
Ied. Ed., Baillière, Tindall and Cox, London, 246-250

- Lavoipierre, M.M.J., G. Dickerson, R.M. Gordon (1959): Studies on the methods of feeding of blood-sucking arthropods.
I. The manner in which Triatomine bugs obtain their blood meal, as observed in the tissues of the living rodent, with some remarks on the effects of the bite on human volunteers.
Ann. Trop. Med. Parasitol. 53, 235-250
- Lent, H., P. Wygodzinsky (1979): Revision of the triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease.
Bulletin of the American Museum of Natural History, 163 (3), 123-526, New York
- Levine, N.D. (1973): Protozoan parasites of domestic animals and of man.
Burgess Publishing Company Minneapolis, Minnesota
- Magnarelli, L.A., J.F. Anderson (1979): Oögenesis and oviposition in *Chrysops atlanticus* (Diptera: Tabanidae).
Ann. Entomol. Soc. Am. 72, 350-352
- Malaise, R. (1937): A new insect trap.
Entomologisk Tidskrift 58, 148-160
- Manson-Bahr, P.E.C., F.J.C. Apted (1982): Manson's Tropical Diseases. 18th Ed. Ballière, Tindall and Cox, London
- Marinkelle, C.J. (1965): Direct transmission of *Trypanosoma cruzi* between individuals of *Rhodnius prolixus* Stål.
Rev. Biol. Trop. 13, 55-58
- Marinkelle, C.A. (1968): Pathogenicity of *Trypanosoma rangeli* for *Rhodnius prolixus* Stål in nature (Hemiptera: Reduviidae) (Kinetoplastida: Trypanosomatidae).
J. Med. Entomol. 5, 497-499
- Manuel, M.F. (1971): Experimental infection of rabbits with *Trypanosoma evansi*.
Philipp. J. Vet. Med. 10, 42-44
- McClain, D.S., J.G. Mathysse, M.J. Kemen, Jr. (1975): Biological notes on three species of Tabanidae (Diptera), obtained during experiments on transmission of equine infectious anemia of horses.
J. Med. Entomol. 12, 65-71

- McGuire, E.J., I.E.J. Habowsky, G. Lumb, F.A. de la Iglesia (1973): An experimental approach to the study of drugs in invertebrate systems. I. Mass feeding of *Rhodnius prolixus* Stål (Hemiptera, Reduviidae).
Can. J. Zool. 51, 315-318
- Miles, M.A., J.W. Patterson, P.D. Marsden, D.M. Minter (1975): A comparison of *Rhodnius prolixus*, *Triatoma infestans* and *Panstrongylus megistus* in the xenodiagnosis of a chronic *Trypanosoma cruzi* infection in a Rhesus monkey (*Macaca mulatta*).
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 69, 377-382
- Mitzmain, M.B. (1912): The role of *Stomoxys calcitrans* in the transmission of *Trypanosoma evansi*.
Philipp.J. Sci. 7, 475-519
- Mitzmain, M.B. (1913a): The biology of *Tabanus striatus* Fabricius, the horsefly of the Philippines.
Philipp.J. Sci. 8, 197-221
- Mitzmain, M.B. (1913b): The mechanical transmission of surra by *Tabanus striatus* Fabricius.
Philipp.J. Sci. 8, 223-229
- Mitzmain, M.B. (1914): Collected studies on the insect transmission of *Trypanosoma evansi*.
Hyg. Lab. Bull. 84, 7-39
- Morishita, K. (1935): An experimental study on the life history and biology of *Trypanosoma conorhini* (Donovan), occurring in the alimentary tract of *Triatoma rubrofasciata* (de Geer) in Formosa.
Jap. J. Zool. 6, 459-546
- Morris, K.R.S., M.G. Morris (1949): The use of traps against tsetse in West-Africa.
Bull. Entomol. Res. 39, 491-528
- Moucha, J. (1963): Fangweise und Präparationstechnik für Bremsen.
Angew. Parasitol. 3, 90-93
- Moutia, A. (1928): Surra in Mauritius and its principal vector *Stomoxys nigra*.
Bull. Entomol. Res. 19, 211-216
- Nauck, E.G. (1975): Lehrbuch der Tropenkrankheiten.
4. Auflage. G. Thieme Verlag, Stuttgart

- Nicolle, P. (1941): Appareil pour l'alimentation artificielle des Réduvidés hémophages.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 34, 179-185
- Nicolle, P., M. Lwoff (1943): Recherches sur la nutrition des Réduvidés hémophages. III. Alimentation artificielle de *Triatoma infestans* Klug au moyen de sang défibriné hémolysé.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 36, 154-167
- Nicolle, P., M. Mathis (1941): Le thermotropisme, facteur déterminant primordial pour la pique des Réduvidés hématothages.
C.R. Soc. Biol. 135, 25-27
- Niechulz, O. (1930): Surraübertragungsversuche auf Java und Sumatra.
Veeartsenijkundige Mededeeling No 75, Departement Van Landbouw, Nijverheid en Handel, Nederlandsch-Indie
- Nöller, W. (1916): Die Übertragung des *Trypanosoma theileri* Laveran 1902.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 39, 876-877
- Nöller, W. (1925): Der Nachweis der Überträger des gemeinen Rindertrypanosomas *Trypanosoma theileri* mit Hilfe des Kulturverfahrens. (Ein Beitrag zur Methodik der Trypanosomenforschung).
Zentralbl. Bakt. Parasitenkd. I Orig. 79, 133-142
- Nöller, H.G. (1955): Die Blutentnahme aus dem retroorbitalen Venenplexus.
Klin. Wschr. 33, 770-771
- Overdulve, J.P., H.W. Antonisse, P. Leeftang, D. Zwart (1970): Some new investigations on deepfreezing of parasitic protozoa.
Tijdschr. Diergeneesk 95, 678-689
- Pechuman, L.L., J.J.S. Burton (1969): Seasonal distribution of Tabanidae (Diptera) at Texas Hollow, New York in 1968.
Mosq. News 29, 216-220
- Perlowagora-Szumlewicz, A. (1973): Species and stage interaction in the feeding behaviour of Vectors of Chagas disease. (The importance of determinants in planning for greater efficacy and standardization of xenodiagnosis procedures).
Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 15, 139-150
- Petana, W.B. (1967): American trypanosomiasis in British Honduras. IV. Laboratory observations on *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) and its efficiency as a vector of Chagas' disease in British Honduras.
Ann. Trop. Med. Parasitol. 61, 413-416

- Petrich, J. (1976): Kultureller Nachweis von *Trypanosoma theileri* bei Rindern in Norddeutschland.
Vet. Med. Diss., Hannover
- Phillips, N.R. (1958): Experimental studies on epidemiological factors in the transmission of American human trypanosomiasis.
In: Hoare, C.A. (1972): The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
- Phillips, N.R. (1960): Experimental studies on the quantitative transmission of *Trypanosoma cruzi*: aspects of the rearing, maintenance and testing of vector material, and of the origin and course of infection in the vector.
Ann. Trop. Med. Parasitol. 54, 397-414
- Phillips, N.R., D.S. Bertram (1967): Laboratory studies of *Trypanosoma cruzi* infections. In: *Rhodnius prolixus*-larvae and adults. In: *Triatoma infestans*, *Triatoma proctata* and *Triatoma maculata*-adults.
J. Med. Entomol. 4, 168-174
- Pipkin, A.C. (1968): Domiciliary Reduviid bugs and the epidemiology of Chagas' disease in Panama.
J. Med. Entomol. 5, 107-124
- Pipkin, A.C., T.J. Connor (1968): A temperature-controlled feeding apparatus for hematophagous arthropods.
J. Med. Entomol. 5, 507-509
- Pippin, W.F. (1970): The biology and vector capability of *Triatoma sanguisuga texana* Usinger and *Triatoma gerstaeckeri* (Stal) compared with *Rhodnius prolixus* (Stal) (Hemiptera: Triatominae)
J. Med. Entomol. 7, 30-45
- Rabinovich, J.E. (1972): Vital statistics of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions. I. *Triatoma infestans* Klug.
J. Med. Entomol. 9, 351-370
- Raether, W. (1971): Infektionsversuche an *Mastomys natalensis* (Smith, 1834) mit *Trypanosoma*-Spezies der Lewisi-Congolense und Brucei-Evansi-Gruppe.
Z. Trop. Med. Parasitol. 22, 351-369
- Raina, A.K., R. Kumar, V.S. Rajora, S. Singh, R.P. Singh (1985): Oral transmission of *Trypanosoma evansi* infection in dogs and mice.
Vet. Parasitol. 18, 67-69

- Rasnitsin, S.P. (1963): Izuchenie aktivnosti slepni pri pomohecki chucheloobraznykh lorushek. A study of *Tabanus* activity by means of scare-crow-like traps. (English summary). Zool. Zhur. 42, 951-953
Biol. Abstracts 45, 5-6, S. 2105, 26348, 1964
- Razig, M.T.A., A.J. Yagi (1975): The Tabanidae of "Rahad Turda" in Eastern Kordofan province, Sudan.
Rev. Zool. Afr. 89, 117-123
- Ray, H.N., M.N. Malhotra (1960): Akinetoplastic strain of *Trypanosoma evansi* produced by Prothidium.
Nature, London, 188, 870
- Reichenow, E. (1934): Beiträge zur Kenntnis der Chagas-Krankheit.
Arch. Schiffs Trop. Hyg. 38, 459-477, 499-518
- Reichenow, E. (1957): Über *Trypanosoma rangeli* und die Entwicklung des Blutparasitismus der Säugetiertrypanosomen.
Z. Trop. Med. 8, 219-224
- Roberts, R.H. (1965): A steer-baited trap for sampling insects affecting cattle.
Mosq. News 25, 281-285
- Roberts, R.H. (1970a): Tabanidae collected in a Malaise trap baited with dry-ice.
Mosq. News 30, 52-53
- Roberts, R.H. (1970b): Color of Malaise trap and the collection of Tabanidae.
Mosq. News 30, 567-571
- Roberts, R.H. (1971a): The seasonal appearance of Tabanidae as determined by Malaise trap collections.
Mosq. News 31, 509-512
- Roberts, R.H. (1971b): Effect of amount of CO₂ on collection of Tabanidae in Malaise traps.
Mosq. News 31, 551-558
- Roberts, R.H. (1972): Relative attractiveness of CO₂ and a steer to Tabanidae, Culicidae and *Stomoxys calcitrans* (L.).
Mosq. News 32, 208-211
- Roberts, R.H. (1974): Diurnal activity of Tabanidae based on collections in Malaise traps.
Mosq. News 34, 220-223
- Rodhain, J., C. Pons, J. Vandenbranden, J. Bequart (1912): Contribution au mécanisme de la transmission des Trypanosomes par les Glossines.
Arch. Schiffs Trop. Hyg. 16, 732-739

- Rogers, L. (1901): The transmission of the *Trypanosoma evansi* by horse flies, and other experiments pointing to the probable identity of surra of India and nagana or tsetse-fly disease of Africa.
R. Soc. Lond. Proc. B. 68, 163-170
- Romana, C. (1963): Enfermedad de Chagas.
Buenos Aires
In: Hoare, C.A. (1972): The trypanosomes of mammals.
A zoological monogryaph. Blackwell Scientific Publications,
Oxford and Edinburgh.
- Ross, R.W. (1956): A laboratory technique for studying the insect transmission of animal viruses, employing a bat-wing membrane, demonstrated with two african viruses.
J. Hyg. 54, 192-200
- Ryckman, R.E. (1951): Recent observations of cannibalism in *Triatoma* (Hemiptera. Reduviidae).
J. Parasitol. 37, 433-434
- Ryckman, R.E. (1952): Laboratory culture of *Triatominae* with observations on behaviour and a new feeding device.
J. Parasitol. 38, 210-214
- Ryckman, R.E. (1965): Epizootiology of *Trypanosoma cruzi* in Southwestern North America. Part V: Host parasite specificity between *Trypanosoma cruzi* and *Triatominae* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) (Hemiptera: *Triatominae*).
J. Med. Entomol. 2, 96-99
- Ryckman, R.E., L.E. Olsen. (1965): Epizootiology of *Trypanosoma cruzi* in Southwestern North America. Part VI: Insectivorous hosts of *Triatominae* - the epizootiological relationship to *Trypanosoma cruzi*.
J. Med. Entomol. 2, 99-104
- Ryckman, R.E., A.E. Ryckman (1967): Epizootiology of *Trypanosoma cruzi* in Southwestern North America. Part X: The biosystematics of *Dipetalogaster maximus* in Mexico (Hemiptera: Reduviidae) (Kinetoplastida: Trypanosomatidae).
J. Med. Entomol. 4, 180-188
- Sachs, R., G.B. Schaller, J.R. Baker (1967): Isolation of trypanosomes of the *T. brucei* group from lion.
Acta Trop. 24, 109-112
- Schacht, W. (1979): Die Bremsenfauna des Murnauer Moores, Oberbayern.
Nachrichtenblatt Bayer. Ent. 28, 22-23

- Schacht, W. (1982): Zur Kenntnis der Fliegenfauna des Murnauer Mooses, Oberbayern (Insecta, Diptera).
Entomofauna, Suppl. 1, 313-328
- Scheidle G. (1982): Das Infektionsverhalten von *Trypanosoma evansi* (Stamm Manila) in verschiedenen Tierarten.
Vet. Med. Diss., München
- Schofield, C.J. (1979): The behaviour of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae): a review.
Bull. Entomol. Res. 69, 363-379
- Sergent, E., E. Sergent (1905): El Debab: Trypanosomiase des dromadaires de l'Afrique du Nord.
Ann. Inst. Pasteur 19, 17-48
- Shortt, H.E., C.S. Swaminath (1928): Preliminary note on three species of Trypanosomidae.
Ind. J. Med. Res. 16, 241-244
- Silva, L.H.P. Da (1959): Observacoes sobre o ciclo evolutivo do *Trypanosoma cruzi*.
Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 1, 99-118
- Smith, G.E., S.G. Breeland, E. Pickard (1965): The Malaise trap - a survey tool in medical entomology.
Mosq. News 25, 398-400
- St. John, J.H., J.S. Simmons, F.H.K. Reynolds (1930): Transmission of Dengue virus from infected to normal *Aedes aegypti*.
Am. J. Trop. Med. 10, 23-24
- Stoffolano, J.G. (1979): Comparison of methods for feeding blood to *Tabanus nigrovittatus* in the laboratory.
Ann. Entomol. Soc. Am. 72, 216-217
- Szumlewicz, A.P. (1976): Laboratory colonies of Triatominae, biology and population dynamics.
In: Schofield, C.J. (1979): The behaviour of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae): a review.
Bull. Entomol. Res. 69, 363-379
- Tarshis, I.B. (1958): Feeding techniques for bloodsucking arthropods.
Proc. Xth. Ing. Congr. Entomol. 3, 767-784
- Thompson, P.H. (1967): Abundance and seasonal distribution of the Tabanidae (Diptera) of the Great Swamp, New Jersey.
Ann. Entomol. Soc. Am. 60, 1255-1260

- Thompson, P.H. (1969): Collecting methods for Tabanidae (Diptera).
Ann. Entomol. Soc. Am. 62, 50-57
- Thompson, P.H., P.C. Krauter (1978): Rearing of Texas Tabanidae (Diptera). I. Collection, feeding and maintenance of coastal marsh species.
Proc. Entomol. Soc. Wash. 80, 616-625
- Thorsteinson, A.J. (1958): The orientation of horse flies and deer flies (Tabanidae: Diptera). I. The attractance of heat to tabanids.
Ent. Exp. Appl. 1, 191-196
- Thorsteinson, A.J., G.K. Bracken, W. Hanec (1965): The orientation behaviour of horse flies and deer flies. III. The use of traps in the study of orientation of tabanids in the field.
Ent. Exp. Appl. 8, 189-192
- Thorsteinson, A.J., G.K. Bracken, W. Tostowaryk (1966): The orientation behaviour of horse flies and deer flies. V. The influence of the number and inclination of reflecting surfaces on attractiveness to tabanids of glossy black polyhedra.
Can. J. Zool. 44, 275-279
- Tobie, E.J. (1961): Experimental transmission and biological comparison of strains of *Trypanosoma rangeli*.
Exp. Parasitol. 2, 1-9
- Tobie, E.J. (1964): Increased infectivity of a cyclically maintained strain of *Trypanosoma rangeli* to *Rhodnius prolixus* and mode of transmission by invertebrate host.
J. Parasitol. 50, 593-598
- Tobie, E.J. (1965): Biological factors influencing transmission of *Trypanosoma rangeli* by *Rhodnius prolixus*.
J. Parasitol. 51, 837-841
- Torres, M. (1915): Algunos fatos que interessam a epidemiologia da molestia de Chagas.
Mem. Inst. O. Cruz 7, 120-138
- Townes, H. (1962): Design for a Malaise trap.
Proc. Entomol. Soc. Wash. 64, 253-262
- Ubiergo, G.O., L.L. Niel, M.E. Fontanarrosa (1982): Artificial feeding of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) with defibrinated blood.
J. Med. Entomol. 19, 109-110

- Uribe, C. (1926): On the biology and life history of *Rhodnius prolixus* Stahl.
J. Parasitol. 13, 129-136
- Wallis, R.C. (1962): Chicken egg chorio-allantoic membrane for mosquito feeding.
Mosq. News 22, 305-306
- Wallis, R.C. (1969): Chicken egg-shell membranes for artificial feeding of triatomids.
J. Parasitol. 55, 222
- Weinman, D., N.S. Wiratmadja (1969): The first isolates of Trypanosomes in Indonesia and in history from primates other than man.
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 63, 497-505
- Wiesenhütter, E. (1975): Trypanosoma evansi infections of dogs in Malaysia and considerations of their epidemiology.
Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Hlth. 6, 445
- Wiesinger, D. (1956): Die Bedeutung der Umweltfaktoren für den Saugakt von Triatoma infestans.
Acta Trop. 13, 97-141
- Wilson, B.H., N.P. Tugwell, E.C. Burns (1966): Attraction of tabanids to traps baited with dry-ice under field conditions in Louisiana.
J. Med. Entomol. 3, 148-149
- Wilson, B.H. (1968): Reduction of tabanid population on cattle with sticky traps baited with dry-ice.
J. Econ. Entomol. 61, 827-829
- Wilson, B.H., C.G. Richardson (1970): Attraction of deer flies (Chrysops) (Diptera: Tabanidae) to traps baited with dry-ice under field conditions in Louisiana.
J. Med. Entomol. 7, 625
- Woo, P.T.K. (1969): The haematocrit centrifuge for the detection of trypanosomes in blood.
Can. J. Zool. 47, 921-923
- Wood, S.F. (1946): The occurrence of Trypanosoma conorhini Donovan in the Reduviid bug Triatoma rubrofasciata (De Geer) from Oahu, T.H.
Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 12, 651

- Wood, S.F. (1951): Importance of feeding and defecation times of insect vectors in transmission of Chagas' disease. J. Econ. Entomol. 44, 52-54
- Wood, S.F. (1954): Environmental temperature as a factor in development of *Trypanosoma cruzi* in *Triatoma proctata*. Exp. Parasitol. 3, 227-237
- Wood, S.F. (1964): The laboratory culture of *Triatoma* (Hemiptera, Reduviidae). Bull. Wld. Hlth. Org. 31, 579-581
- World Health Organization (1960): Chagas disease: Report of a study group. W.H.O. Tech. Rep. Ser. No 202
- Wyninger, R. (1953): Beiträge zur Ökologie, Biologie und Zucht einiger europäischer Tabaniden. Acta Trop. 10, 310-347
- Wyninger, R. (1974): Insektenzucht, Ulmer Verlag, Stuttgart
- Yagi, A.J., M.T.A. Razig (1972a): The horseflies of Southern Darfur, Sudan (North of Bahr el Arab) (Diptera Tabanidae). Rev. Zool. Bot. Afr. 85, 406-411
- Yagi, A.J., M.T.A. Razig (1972b): Seasonal abundance of Tabanidae in Southern Darfur District, Sudan (Diptera). Rev. Zool. Bot. Afr. 86, 293-301
- Yagi, A.J., M.T.A. Razig (1975): The Tabanidae of the Koalib Hills Nuba Mountains, Sudan. Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr. 23, 173-175
- Yorke, W., J.W.S. Macfie (1924): *Trypanosoma evansi* and *Ornithodoros crossi*. Ann. Trop. Med. Parasitol. 18, 125-126
- Yutuc, L.M. (1949): Observations on the prevalence of tabanid flies and surra-transmission experiments. Philipp.J. Sci. 78, 379-388
- Yutuc, L.M., H. Sher (1949): Observations on the distribution of *T. evansi* in the bodies of rats and guinea pigs during different stages of infection. Philipp.J. Sci. 78, 155-165

- Zeledón, R., G. Solano, G. Sáenz S., J.C. Swartzwelder (1970):
Wild reservoirs of *Trypanosoma cruzi* with special mention
of the opossum, *Didelphis marsupialis*, and its role in
the epidemiology of Chagas' disease in an endemic area
of Costa Rica.
J. Parasitol. 56, 38
- Zeledón, R., G. Solano, A. Zuñiga, J.C. Swartzwelder (1973):
Biology and ethology of *Triatoma dimidiata* (Latreille,
1811). III. Habitat and blood sources.
J. Med. Entomol. 10, 363-370
- Zeledón, R. (1974): Epidemiology, modes of transmission and
reservoir hosts of Chagas' disease.
Ciba Foundation Symposium No 20, 51-85
- Zeledón, R., R. Alvarado, L.F. Jirón (1977): Observations
on the feeding of three triatomine species (Hemiptera:
Reduviidae).
Acta Trop. 34, 65-77
- Zumpt, F. (1936): *Die Tsetsefliegen*.
Gustav Fischer Verlag, Jena.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. H.K. Dennig für die Überlassung des Themas und die jederzeit gern gewährte Anleitung und Unterstützung bei der Anfertigung meiner Arbeit.

Herrn Professor Dr. Dr. h.c. em. J. Boch und Herrn Professor Dr. R. Gothe möchte ich für die Möglichkeit zur Durchführung der Arbeit und die ausgezeichneten Arbeitsbedingungen am Institut danken.

Frau Angelika Appold danke ich sehr herzlich für die kameradschaftliche Mitwirkung.

Für die wertvollen Hinweise zum Fang und zur Artbestimmung der Bremsen bin ich Herrn W. Schacht (Zoologische Staatssammlung, München) zu großem Dank verpflichtet.

Herrn Reimann gilt mein Dank für die mit großem Sachverstand ausgeführte letzte Durchsicht der Arbeit.

Allen Mitarbeitern des Instituts danke ich für ihre Hilfe bei der technischen Ausführung der Arbeit.

Lebenslauf

Name: Petra Manz

Geburtsdatum: 07. 10. 1958

Geburtsort: Heidenheim/Brenz

Eltern: Werner Manz,
kaufmännischer Angestellter
und Fanny, geb. Holzinger,
Hausfrau

Schule: 1965 - 1969 Grundschule in Augsburg
1969 - 1978 Gymnasium in Augsburg
1978 Abitur

Studium: 1978 - 1984 Studium der Veterinär-
medizin an der Freien
Universität Berlin
Staatsexamen im Februar 1984
Approbation im März 1984

